

U. PORTO

FEUP FACULDADE DE ENGENHARIA
UNIVERSIDADE DO PORTO



LABORATÓRIO NACIONAL
DE ENGENHARIA CIVIL

INFLUÊNCIA DO DESGASTE DA SUPERFÍCIE DE DESCONTINUIDADES ROCHOSAS NA SUA RESISTÊNCIA TANGENCIAL

LUÍS MIGUEL RODRIGUES CARVALHAIS DE MATOS FERNANDES

Dissertação submetida para satisfação parcial dos requisitos do grau de
MESTRE EM ENGENHARIA CIVIL — ESPECIALIZAÇÃO EM GEOTECNIA

Orientador: Professor Doutor Eduardo Manuel Cabrita Fortunato

Coorientador: Investigador Doutor José João Roseira Delgado Muralha

SETEMBRO DE 2019

MESTRADO INTEGRADO EM ENGENHARIA CIVIL 2018/2019

DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL

Tel. +351-22-508 1901

Fax +351-22-508 1446

✉ miec@fe.up.pt

Editado por

FACULDADE DE ENGENHARIA DA UNIVERSIDADE DO PORTO

Rua Dr. Roberto Frias

4200-465 PORTO

Portugal

Tel. +351-22-508 1400

Fax +351-22-508 1440

✉ feup@fe.up.pt

🌐 <http://www.fe.up.pt>

Reproduções parciais deste documento serão autorizadas na condição que seja mencionado o Autor e feita referência a *Mestrado Integrado em Engenharia Civil – 2018/2019 – Departamento de Engenharia Civil, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, Porto, Portugal, 2019.*

As opiniões e informações incluídas neste documento representam unicamente o ponto de vista do respetivo Autor, não podendo o Editor aceitar qualquer responsabilidade legal ou outra em relação a erros ou omissões que possam existir.

Este documento foi produzido a partir de versão eletrónica fornecida pelo respetivo Autor.

Dissertação elaborada no Laboratório Nacional de Engenharia Civil (LNEC) para obtenção do grau de Mestre em Engenharia Civil pela Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto (FEUP) no âmbito do Protocolo de Cooperação entre estas duas entidades.

À memória de meu irmão Manel Zé

AGRADECIMENTOS

Esta dissertação foi realizada no Laboratório Nacional de Engenharia Civil (LNEC) sob orientação do Professor Eduardo Fortunato e coorientação do Investigador José Muralha.

Ao meu orientador, Professor Eduardo Fortunato, agradeço a oportunidade de concretizar este trabalho no LNEC e reconheço com humildade o apoio, o aconselhamento e ajuda prestada.

Ao meu coorientador, Investigador José Muralha, amigo incansável durante este processo, agradeço a credibilidade que trouxe ao meu trabalho, a dedicação, orientação, paciência e ensinamentos constantes.

Ao LNEC, por proporcionar e fornecer todas as condições necessárias para a sua realização.

Ao Professor Fernando Martins, pelo apoio e aconselhamento prestados.

A todos os meus amigos, em particular:

Ao Carlos Afonso, pelo companheirismo e ajuda na FEUP e no LNEC.

À Sophie Heiland, pelo carinho e apoio dado ao longo deste percurso.

Ao Jonathan Ciurlanti e à Simona Bianchi, pela amizade e motivação que os caracteriza.

E por último, à minha família, em particular aos meus pais, aos meus irmãos e à minha avó, por serem pessoas maravilhosas que sempre me apoiaram e acreditaram em mim. Sem eles a realização deste trabalho não seria possível.

Agradeço a todos e desejo um dia poder retribuir tudo o que fizeram por mim.

RESUMO

A rugosidade, o valor do ângulo de atrito e a geometria são fatores decisivos na avaliação da resistência tangencial das descontinuidades e dos maciços rochosos em que ocorrem, tornando-se indispensável o seu estudo e determinação por meio de ensaios *in situ* ou em laboratório.

Nesta dissertação foi analisado um conjunto de 332 ensaios laboratoriais de diaclases de rochas graníticas e metamórficas realizados no Laboratório Nacional de Engenharia Civil (LNEC), segundo o procedimento de ensaio padronizado LMR 04, baseado no Método Sugerido da Sociedade Internacional de Mecânica das Rochas.

Estes ensaios incluíram a execução de quatro ensaios de deslizamentos realizados a partir da mesma posição inicial da diaclase, sob tensões normais constantes, escolhidas com o objetivo de cobrir a gama de tensões que se prevê que ocorram no maciço rochoso nas zonas das fundações das respetivas obras.

A partir dos resultados obtidos pretendeu-se estudar a influência que a realização de quatro deslizamentos sucessivos no mesmo provete de diaclase, com reposição da posição inicial antes de cada deslizamento, tem no desgaste das faces de diaclases e, conseqüentemente, na sua resistência tangencial.

Para estudar este efeito foi definido um parâmetro, o coeficiente de desgaste, w_c , e três modelos de cálculo com o objetivo de ter em conta o desgaste resultante entre cada deslizamento. O coeficiente de desgaste determina a diminuição da tensão tangencial resistente ocorrida para um dado deslizamento, considerando uma extrapolação linear dos resultados obtidos para os deslizamentos anteriores e calcula-se a partir da relação entre o valor calculado da tensão resistente de cada modelo, não considerando desgaste, τ'_i , e o valor experimental, $\tau_{i,exp}$, resultante do ensaio para cada um dos deslizamentos.

Após terem sido determinados os parâmetros dos três modelos, foi analisada a aproximação entre estes e os resultados experimentais, a partir dos valores dos somatórios dos quadrados dos desvios, tendo sido possível identificar o que conduzia aos melhores resultados. Seguidamente, este modelo foi comparado com o modelo linear de Mohr-Coulomb usualmente utilizado.

PALAVRAS-CHAVE: diaclases, ensaios de deslizamento, desgaste da superfície, coeficiente de desgaste, envolvente de Mohr-Coulomb.

ABSTRACT

Roughness, friction angle and geometry are decisive factors in the evaluation of the shear resistance of the discontinuities and of the rock masses in which they occur, making their study and determination through in situ or laboratory tests indispensable.

In this dissertation, a set of 332 laboratory tests of granitic and metamorphic rock joints performed at the National Laboratory of Civil Engineering (LNEC) was analyzed following the standardized LMR 04 test procedure, based on the Suggested Method of the International Society of Rock Mechanics.

These tests included the execution of four sliding tests starting from the same initial joint mated position under constant normal stresses chosen to cover the range of stresses that are expected to occur in the rock mass in the foundation areas of the respective engineering works.

Based on the results of these tests, the influence that the four successive slidings in the same joint sample, starting from the initial position, has on the wear of the joint surfaces and, consequently, on their shear strength was analysed.

To study this effect, a parameter, the wear coefficient, w_c , and three calculation models were defined in order to take into account the wear between each sliding. The wear coefficient determines the decrease of the shear strength occurring for a given sliding, considering a linear extrapolation of the results obtained for the previous slidings and it is calculated from the relation between the calculated value of the shear strength of each model, not considering wear, τ_i , and the experimental value, $\tau_{i,exp}$, resulting from the test of each sliding.

After the parameters of the three models were determined, the approximation between them and the experimental results was analyzed, considering the values of the sums of the squared deviations, and it was possible to identify the model that led to the best results. Finally, this model was compared with the linear model of Mohr-Coulomb usually used.

KEYWORDS: rock joint, joint shear tests, surface wear, wear coefficient, Mohr-Coulomb envelope.

ÍNDICE GERAL

AGRADECIMENTOS	i
RESUMO	iii
ABSTRACT	v
1. INTRODUÇÃO	1
1.1. ENQUADRAMENTO	1
1.2. OBJETIVO	1
1.3. ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO	2
2. ASPETOS GERAIS DOS MACIÇOS ROCHOSOS	3
2.1. MACIÇOS ROCHOSOS	3
2.2. DESCONTINUIDADES	5
2.2.1. TIPO DE DESCONTINUIDADES ROCHOSAS	8
2.3. DIACLASES	10
2.4. CRITÉRIOS DE ROTURA EM DESCONTINUIDADES	12
2.4.1. MOHR-COULOMB	12
2.4.2. PATTON	14
2.4.3. BARTON	16
2.4.3.1. Ângulos de atrito básico e residual	17
2.4.3.2. JRC	18
2.4.3.3. JCS	19
2.4.3.4. Efeito de escala	21
2.5. MÉTODOS DE AVALIAÇÃO DOS PARÂMETROS DE RESISTÊNCIA	22
2.5.1. MARTELO DE SCHMIDT	22
2.5.2. ENSAIO DE RESISTÊNCIA AO CORTE	23
2.5.3. <i>TILT TEST</i>	24
2.5.4. <i>PUSH OU PULL TESTS</i>	26
2.5.5. ENSAIOS DE DESLIZAMENTO EM LABORATÓRIO	27
2.5.6. EFEITO DE ESCALA	30

3. ENSAIOS E RESULTADOS	31
3.1. ENSAIOS	31
3.2. RESULTADOS	34
4. ANÁLISE DE RESULTADOS	55
4.1. ASPETOS GERAIS	55
4.2. MODELO 1	58
4.3. MODELO 2	60
4.4. MODELO 3	62
4.5. COMPARAÇÃO DOS RESULTADOS DOS MODELOS	64
5. CONCLUSÕES E DESENVOLVIMENTOS FUTUROS	73
5.1. CONCLUSÕES	73
5.2. DESENVOLVIMENTOS FUTUROS	75
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	77
ANEXOS	79
ANEXO A CARACTERIZAÇÃO DOS VALORES DOS ENSAIOS LABORATORIAIS	81
ANEXO B CARACTERIZAÇÃO DA TENSÃO TANGENCIAL PARA O MODELO 1	115
ANEXO C CARACTERIZAÇÃO DA TENSÃO TANGENCIAL PARA O MODELO 2	149
ANEXO D CARACTERIZAÇÃO DA TENSÃO TANGENCIAL PARA O MODELO 3	183

ÍNDICE DE FIGURAS

Fig. 1 - Transição entre matriz rochosa e maciço rochoso (adaptado de Vallejo et al. 2002, Figura 3.92)	3
Fig. 2 - Granito com falha (adaptado de Wittke 1990, Fig. 2.5)	4
Fig. 3 - Origem das rochas (adaptado de Wittke 1990, Fig. 2.1)	5
Fig. 4 - Representação de famílias de descontinuidades (adaptado de Vallejo et al. 2002, Figura 3.77)	7
Fig. 5 - Modelos de persistência de várias famílias de descontinuidades (adaptado de Vallejo et al. 2002, Figura 4.9)	7
Fig. 6 - Ondulação e rugosidade de uma superfície de descontinuidade (adaptado de Vallejo et al. 2002, Figura 4.10)	8
Fig. 7 - Arenito com falha, Death Valley, California, USA (adaptado de Wittke 1990, Fig. 2.9)	9
Fig. 8 - Aspetos relacionados com falhas (adaptado de Wahlstrom 1974, Fig. 4-13)	9
Fig. 9 - Famílias de diaclases associadas a dobras (adaptado de Vallejo et al. 2002, Figura 3.70)....	11
Fig. 10 - Blocos colunares em basaltos (adaptado de Wittke 1990, Fig. 2.3.)	11
Fig. 11 - (a) Resistência ao corte de diaclases obtidas em ensaios de corte direto realizados em laboratório e <i>in situ</i> (adaptado de Barton 1976, Fig. 1); (b) Resistência ao corte de falhas e de fraturas causadas por tração em rochas sobre uma tensão normal efetiva elevada (adaptado de Barton 1976, Fig. 2)	12
Fig. 12 - Análise de ensaios de deslizamento de descontinuidades (adaptado de Hoek 2006, Figura 1)	13
Fig. 13 - Influência do ângulo de rugosidade na resistência ao corte da descontinuidade (adaptado de Vallejo et al. 2002, Figura 3.80)	14
Fig. 14 - (a) Curvas típicas de tensão tangencial - Deslocamento tangencial para descontinuidades rugosas; (b) Critério de rotura bilinear para descontinuidades rugosas (adaptado de Vallejo et al. 2002, Figura 3.79)	15
Fig. 15 - Perfis de rugosidade e valores de JRC correspondentes (adaptado de Barton e Choubey 1977, Fig.1)	18
Fig. 16 - (a) Perfis de rugosidade e valores de JRC correspondentes (adaptado de Hoek 2006, Figura 5); (b) Método alternativo de estimação de JRC através de medições da amplitude da superfície de rugosidade (adaptado de Hoek 2006, Figura 6)	19
Fig. 17 - Estimativa da resistência à compressão de superfícies de descontinuidade através da dureza do martelo de Schmidt tipo L (adaptado de Hoek 2006, Figura 7)	20
Fig. 18 - Influência do efeito de escala sobre as três componentes da expressão de Barton e Choubey (adaptado de Vallejo et al. 2002, Figura 3.86)	21
Fig. 19 - Martelo de Schmidt (adaptado de Vallejo et al. 2002, Figura 6.68)	22
Fig. 20 - Esquema de ensaio em corte <i>in situ</i> (adaptado de Vallejo 2002, Figura 6.71)	23

Fig. 21 - Ensaio <i>tilt test</i> para determinar o coeficiente de rugosidade da superfície da descontinuidade, <i>JRC</i> (adaptado de Barton e Choubey 1977, Fig. 10)	24
Fig. 22 - Intervalo de aplicação de <i>tilt tests</i> e <i>push/pull tests</i> para determinação dos valores de <i>JRC</i> de diaclases (adaptado de Barton e Choubey 1977, Fig. 11)	25
Fig. 23 - Ensaio de <i>tilt test</i> em provetes de rocha (adaptado de Vallejo et al. 2002, Figura 6.73)	26
Fig. 24 - Resultados de ensaios de laboratório de <i>tilt tests</i> (Δ) e <i>push test</i> (\square) e respectivos valores do ângulo de atrito de pico medidos em ensaios de corte (símbolos a cheio), usando as mesmas diaclases e sob níveis convencionais de tensão normal (aproximadamente 0,05 a 1,5 MN/m ²) (adaptado de Barton e Choubey 1977, Fig. 12)	27
Fig. 25 - Ilustração esquemática do ensaio de deslizamento em laboratório (adaptado de Muralha et al. 2014, Fig. 1)	28
Fig. 26 - Encapsulamento da metade inferior de uma amostra de ensaio de formato retangular (Muralha et al. 2014, Fig. 3)	28
Fig. 27 - Gráficos típicos de um ensaio de corte de uma diaclase: (a) Condições constantes de carregamento normal (CNL); (b) Condições constantes de rigidez (CNS) (adaptado de Muralha et al. 2014, Fig. 5).....	29
Fig. 28 - Avaliação da resistência ao corte de pico e residual (adaptado de Muralha et al. 2014, Fig. 6)	29
Fig. 29 - Equipamento utilizado para a realização dos ensaios de deslizamento (LNEC)	31
Fig. 30 - Resultados dos ensaios de diaclases: (a) Tensão normal – Deslocamento normal; (b) Tensão tangencial – Deslocamento tangencial; (c) Tensão tangencial – Tensão normal; (d) Deslocamento normal – Deslocamento tangencial	34
Fig. 31 - Resultados dos ensaios laboratoriais, $\tau - \sigma_n$, para o conjunto A (quartzo-filito e micaxisto) ..	36
Fig. 32 - Resultados dos ensaios laboratoriais, $i - \sigma_n$, para o conjunto A (quartzo-filito e micaxisto) ...	36
Fig. 33 - Resultados dos ensaios laboratoriais, $\tau - \sigma_n$, para o conjunto B1 (xisto e xisto listrado).....	37
Fig. 34 - Resultados dos ensaios laboratoriais, $i - \sigma_n$, para o conjunto B1 (xisto e xisto listrado).....	37
Fig. 35 - Resultados dos ensaios laboratoriais, $\tau - \sigma_n$, para o conjunto B2 (grauvaque)	38
Fig. 36 - Resultados dos ensaios laboratoriais, $i - \sigma_n$, para o conjunto B2 (grauvaque)	38
Fig. 37 - Resultados dos ensaios laboratoriais, $\tau - \sigma_n$, para o conjunto C (metagrauvaque)	39
Fig. 38 - Resultados dos ensaios laboratoriais, $i - \sigma_n$, para o conjunto C (metagrauvaque)	39
Fig. 39 - Resultados dos ensaios laboratoriais, $\tau - \sigma_n$, para o conjunto D (granito)	40
Fig. 40 - Resultados dos ensaios laboratoriais, $i - \sigma_n$, para o conjunto D (granito)	40
Fig. 41 - Resultados dos ensaios laboratoriais, $\tau - \sigma_n$, para o conjunto E (granito)	41
Fig. 42 - Resultados dos ensaios laboratoriais, $i - \sigma_n$, para o conjunto E (granito)	41
Fig. 43 - Resultados dos ensaios laboratoriais, $\tau - \sigma_n$, para o conjunto F1 (granito)	42
Fig. 44 - Resultados dos ensaios laboratoriais, $i - \sigma_n$, para o conjunto F1 (granito)	42
Fig. 45 - Resultados dos ensaios laboratoriais, $\tau - \sigma_n$, para o conjunto F2 (metagrauvaque)	43

Fig. 46 - Resultados dos ensaios laboratoriais, $i - \sigma_n$, para o conjunto F2 (metagrauvaque)	43
Fig. 47 - Resultados dos ensaios laboratoriais, $\tau - \sigma_n$, para o conjunto G (granito).....	44
Fig. 48 - Resultados dos ensaios laboratoriais, $i - \sigma_n$, para o conjunto G (granito)	44
Fig. 49 - Resultados dos ensaios laboratoriais, $\tau - \sigma_n$, para o conjunto H (granito).....	45
Fig. 50 - Resultados dos ensaios laboratoriais, $i - \sigma_n$, para o conjunto H (granito).....	45
Fig. 51 - Resultados dos ensaios laboratoriais, $\tau - \sigma_n$, para o conjunto I (granito)	46
Fig. 52 - Resultados dos ensaios laboratoriais, $i - \sigma_n$, para o conjunto I (granito)	46
Fig. 53 - Resultados dos ensaios laboratoriais, $\tau - \sigma_n$, para o conjunto J (micaxisto).....	47
Fig. 54 - Resultados dos ensaios laboratoriais, $i - \sigma_n$, para o conjunto J (micaxisto)	47
Fig. 55 - Resultados dos ensaios laboratoriais, $\tau - \sigma_n$, para o conjunto L (granito)	48
Fig. 56 - Resultados dos ensaios laboratoriais, $i - \sigma_n$, para o conjunto L (granito)	48
Fig. 57 - Resultados dos ensaios laboratoriais, $\tau - \sigma_n$, para o conjunto M (granito)	49
Fig. 58 - Resultados dos ensaios laboratoriais, $i - \sigma_n$, para o conjunto M (granito)	49
Fig. 59 - Resultados dos ensaios laboratoriais, $\tau - \sigma_n$, para o conjunto N (granito).....	50
Fig. 60 - Resultados dos ensaios laboratoriais, $i - \sigma_n$, para o conjunto N (granito).....	50
Fig. 61 - Resultados dos ensaios laboratoriais, $\tau - \sigma_n$, para o conjunto O (granito).....	51
Fig. 62 - Resultados dos ensaios laboratoriais, $i - \sigma_n$, para o conjunto O (granito)	51
Fig. 63 - Resultados dos ensaios laboratoriais, $\tau - \sigma_n$, para o conjunto P (granito).....	52
Fig. 64 - Resultados dos ensaios laboratoriais, $i - \sigma_n$, para o conjunto P (granito).....	52
Fig. 65 - Resultados dos ensaios laboratoriais, $\tau - \sigma_n$, para o conjunto Q (granito).....	53
Fig. 66 - Resultados dos ensaios laboratoriais, $i - \sigma_n$, para o conjunto Q (granito)	53
Fig. 67 - Métodos de realização de ensaios de deslizamento sob tensões normais diferentes: (a) Com reposição da diaclase; (b) Sem reposição (adaptado de Muralha et al. 2014, Fig. 4)	55
Fig. 68 - Envolvente de rotura de Mohr-Coulomb para o ensaio de deslizamento da diaclase 576, local C	56
Fig. 69 - Exemplo de diaclase onde ocorre uma diminuição incremental da capacidade resistente entre cada valor da tensão tangencial obtido experimentalmente (diaclase 538, local B2).....	57
Fig. 70 - Exemplo de diaclase onde ocorre uma diminuição incremental da capacidade resistente após o primeiro deslizamento (diaclase 114, local F2).....	57
Fig. 71 - Modelo 1 para determinação dos coeficientes de desgaste w_{ci}	58
Fig. 72 - Representação parcial entre as diversas tensões normais do modelo 1	59
Fig. 73 - Modelo 2 para determinação dos coeficientes de desgaste w_{ci}	60
Fig. 74 - Representação parcial entre as diversas tensões normais do modelo 2	61
Fig. 75 - Modelo 3 para determinação dos coeficientes de desgaste w_{ci}	62
Fig. 76 - Representação parcial entre as diversas tensões normais do modelo 3	63

Fig. 77 - Comparação dos histogramas dos SQD dos três modelos, local A	65
Fig. 78 - Comparação dos histogramas dos SQD dos três modelos, local B1	65
Fig. 79 - Comparação dos histogramas dos SQD dos três modelos, local B2	66
Fig. 80 - Comparação dos histogramas dos SQD dos três modelos, local C	66
Fig. 81 - Comparação dos histogramas dos SQD dos três modelos, local D	66
Fig. 82 - Comparação dos histogramas dos SQD dos três modelos, local E	67
Fig. 83 - Comparação dos histogramas dos SQD dos três modelos, local F1	67
Fig. 84 - Comparação dos histogramas dos SQD dos três modelos, local F2	67
Fig. 85 - Comparação dos histogramas dos SQD dos três modelos, local G	68
Fig. 86 - Comparação dos histogramas dos SQD dos três modelos, local H	68
Fig. 87 - Comparação dos histogramas dos SQD dos três modelos, local I	68
Fig. 88 - Comparação dos histogramas dos SQD dos três modelos, local J	69
Fig. 89 - Comparação dos histogramas dos SQD dos três modelos, local L	69
Fig. 90 - Comparação dos histogramas dos SQD dos três modelos, local M	69
Fig. 91 - Comparação dos histogramas dos SQD dos três modelos, local N	70
Fig. 92 - Comparação dos histogramas dos SQD dos três modelos, local O	70
Fig. 93 - Comparação dos histogramas dos SQD dos três modelos, local P	70
Fig. 94 - Comparação dos histogramas dos SQD dos três modelos, local Q	71
Fig. 95 - Modelo bilinear do comportamento tangencial de diaclases	75

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1 - Ângulos de atrito básico de rochas não meteorizadas obtidos para superfícies planas (adaptado de Barton e Choubey 1977, Tabela 1).....	17
Tabela 2 - Características dos provetes ensaiados.....	35
Tabela 3 - Valores médios da tensão normal, tensão tangencial, dilatância e parâmetros do critério de Mohr-Coulomb, para o conjunto A.....	36
Tabela 4 - Valores médios da tensão normal, tensão tangencial, dilatância e parâmetros do critério de Mohr-Coulomb, para o conjunto B1.....	37
Tabela 5 - Valores médios da tensão normal, tensão tangencial, dilatância e parâmetros do critério de Mohr-Coulomb, para o conjunto B2.....	38
Tabela 6 - Valores médios da tensão normal, tensão tangencial, dilatância e parâmetros do critério de Mohr-Coulomb, para o conjunto C.....	39
Tabela 7 - Valores médios da tensão normal, tensão tangencial, dilatância e parâmetros do critério de Mohr-Coulomb, para o conjunto D.....	40
Tabela 8 - Valores médios da tensão normal, tensão tangencial, dilatância e parâmetros do critério de Mohr-Coulomb, para o conjunto E.....	41
Tabela 9 - Valores médios da tensão normal, tensão tangencial, dilatância e parâmetros do critério de Mohr-Coulomb, para o conjunto F1.....	42
Tabela 10 - Valores médios da tensão normal, tensão tangencial, dilatância e parâmetros do critério de Mohr-Coulomb, para o conjunto F2.....	43
Tabela 11 - Valores médios da tensão normal, tensão tangencial, dilatância e parâmetros do critério de Mohr-Coulomb para o conjunto G.....	44
Tabela 12 - Valores médios da tensão normal, tensão tangencial, dilatância e parâmetros do critério de Mohr-Coulomb, para o conjunto H.....	45
Tabela 13 - Valores médios da tensão normal, tensão tangencial, dilatância e parâmetros do critério de Mohr-Coulomb para o conjunto I.....	46
Tabela 14 - Valores médios da tensão normal, tensão tangencial, dilatância e parâmetros do critério de Mohr-Coulomb, para o conjunto J.....	47
Tabela 15 - Valores médios da tensão normal, tensão tangencial, dilatância e parâmetros do critério de Mohr-Coulomb, para o conjunto L.....	48
Tabela 16 - Valores médios da tensão normal, tensão tangencial, dilatância e parâmetros do critério de Mohr-Coulomb, para o conjunto M.....	49
Tabela 17 - Valores médios da tensão normal, tensão tangencial, dilatância e parâmetros do critério de Mohr-Coulomb para o conjunto N.....	50
Tabela 18 - Valores médios da tensão normal, tensão tangencial, dilatância e parâmetros do critério de Mohr-Coulomb, para o conjunto O.....	51
Tabela 19 - Valores médios da tensão normal, tensão tangencial, dilatância e parâmetros do critério de Mohr-Coulomb, para o conjunto P.....	52

Tabela 20 - Valores médios da tensão normal, tensão tangencial, dilatância e parâmetros do critério de Mohr-Coulomb, para o conjunto Q	53
Tabela 21 - Percentagem dos valores calculados que se encontram a $\pm 10\%$ dos valores experimentais	65
Tabela 22 - Desvio médio para diversos valores do somatório do quadrado dos desvios,	71

SÍMBOLOS, ACRÓNIMOS E ABREVIATURAS

SÍMBOLOS

c – coesão aparente

h – espessura da metade superior do bloco (*tilt test*)

i – ângulo de dilatância

i_B - ângulo de ondulação a grande escala de rugosidade

i_{PAT} - ângulo de rugosidade de Patton

i_{pico} – ângulo de dilatância de pico

i_{ult} – ângulo de dilatância último

\log_{10} - logaritmo na base 10

r – valor do ressalto do esclerómetro na superfície da parede da descontinuidade em estado natural

R – valor do ressalto do esclerómetro do martelo de Schmidt na superfície de material são e seco

R^2 - coeficiente de determinação

SQD - somatório do quadrado dos desvios

$\text{tg } i$ – dilatância

w_c - coeficiente desgaste

w_{ci} - coeficiente de desgaste para um dado deslizamento i

$w_{c,méd}$ - coeficiente de desgaste médio

$w_{c,ópt}$ - coeficiente de desgaste ótimo

α – ângulo que o plano de apoio faz com a horizontal (*tilt test*)

φ – ângulo de atrito

φ_b – ângulo de atrito básico

φ_p – ângulo de atrito de pico

φ_r – ângulo de atrito residual

φ_{res} – ângulo de atrito resultante

φ_{ult} – ângulo de atrito último

σ_n – tensão normal

τ – tensão tangencial ou tensão de corte

τ_{pico} – resistência tangencial de pico

τ_{res} – resistência tangencial residual ou última

τ_{ult} – resistência tangencial última ou residual

$\tau_{i,exp}$ - tensão tangencial resistente obtida experimentalmente para um deslizamento i

τ'_i - tensão tangencial resistente calculada a partir de resultados experimentais ou calculados para o deslizamento i

δ_n – deslocamento normal

δ_t – deslocamento tangencial

$\gamma_{d,rocha}$ - peso volúmico seco da rocha

ABREVIATURAS

CNL - *Constant normal loading* (tensão normal constante)

DNS – *Constant normal stiffness loading conditions* (rigidez normal constante)

ISRM – *International Society for Rock Mechanics* (Sociedade Internacional de Mecânica das Rochas)

JCS – *Joint compressive strength* (coeficiente de resistência à compressão das paredes da descontinuidade)

JCS_n - Coeficiente de resistência à compressão das paredes da descontinuidade real

JCS₀ - Coeficiente de resistência à compressão das paredes da descontinuidade obtida por uma amostra de laboratório com 100mm de comprimento

JRC – *Joint roughness coefficient* (coeficiente de rugosidade da descontinuidade)

JRC_n - Coeficiente de rugosidade da superfície de descontinuidade real

JRC₀ - Coeficiente de rugosidade da superfície de descontinuidade obtida por uma amostra de laboratório com 100 mm de comprimento

L_n - Comprimento da superfície de descontinuidade *in situ*

L₀ - Comprimento da amostra de laboratório (100 mm)

ACRÓNIMOS

LNEC – Laboratório Nacional de Engenharia Civil

FEUP - Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto

1

INTRODUÇÃO

1.1. ENQUADRAMENTO

O presente trabalho está inserido no âmbito da mecânica das rochas, ao nível do comportamento mecânico das descontinuidades rochosas. Considera-se como descontinuidade “qualquer quebra mecânica ou fratura no maciço rochoso com resistência à tração desprezável” (Priest 1993) e a sua presença em maciços rochosos controla as propriedades resistentes e de deformação de estruturas rochosas naturais ou desenvolvidas pela ação humana, como por exemplo, taludes rochosos e escavações subterrâneas. O ângulo de atrito básico de uma descontinuidade, a rugosidade da sua superfície, a resistência à compressão da parede da descontinuidade, a presença de material de enchimento e a pressão da água influenciam a resistência ao corte das fraturas dos maciços rochosos. Descontinuidades rugosas aumentam a resistência ao corte dos maciços rochosos, sobretudo em ambientes subterrâneos, onde a dilatância, abertura ou separação da superfície de fratura, é parcialmente ou completamente restringida (Karami e Stead 2008; Asadi, Rasouli e Barla 2012)

Estimativas da resistência ao corte podem ser obtidas através de ensaios de corte. As melhores são obtidas através de ensaios de corte direto *in situ*, pois já têm em conta possíveis efeitos de escala. Porém, devido à duração e ao custo destes ensaios, é da prática comum realizar ensaios de corte direto em laboratório com descontinuidades de dimensões pequenas (Muralha et al. 2014).

Este trabalho procura relacionar resultados de ensaios de deslizamento de diaclases, realizados no LNEC e ensaiados para quatro deslizamentos a partir da mesma posição inicial, com o desgaste que a superfície de descontinuidade sofre em cada deslizamento, excluindo o primeiro. A atribuição das tensões normais para os deslizamentos, onde a seguinte é o dobro da anterior, procura minimizar este efeito para a aproximação ao critério de Barton e Choubey (1977), pois o aumento dado à tensão normal procura compensar a diminuição da rugosidade da superfície.

1.2. OBJETIVO

Com este trabalho pretende-se analisar, com base nos resultados de 332 ensaios de deslizamento realizados segundo o procedimento de ensaio padronizado LMR 04 (LNEC 2009), a influência que a realização de quatro deslizamentos no mesmo provete de diaclase, com reposição da posição inicial antes de cada deslizamento, tem no desgaste das faces de diaclases de maciços graníticos e metamórficos e, conseqüentemente, na sua resistência tangencial.

O primeiro objetivo passa pela apresentação dos resultados obtidos pelos ensaios de deslizamento de cada provete de diaclase, entre eles a aproximação linear (através dos parâmetros de Coulomb) das

tensões tangenciais em função da tensão normal que se obteve em cada um dos deslizamentos de cada ensaio e a evolução da dilatância em função da tensão normal para os mesmos deslizamentos.

O segundo objetivo é avaliar o comportamento entre a tensão tangencial e a tensão normal dos ensaios. Ensaio que apresentem uma relação linear, seguem uma envolvente de Mohr-Coulomb com um coeficiente de determinação elevado, enquanto que ensaios com maior dispersão, apresentam coeficientes de determinação mais baixos e remetem ao desgaste e à diminuição da rugosidade das superfícies de descontinuidade. Nalguns casos, também se verifica que a dispersão está relacionada com um aumento da resistência ao corte observado no decorrer do ensaio.

O terceiro objetivo consiste em avaliar o desgaste que ocorre em cada deslizamento, através da reprodução de um modelo que expressa a envolvente de rotura da diaclase, com base nos resultados experimentais e na introdução de um coeficiente de desgaste. Desenvolveram-se três modelos de cálculo com as condições referidas, que tinham em conta que primeiro deslizamento de cada ensaio não apresenta desgaste.

O último objetivo passa pela análise do desenvolvimento das tensões tangenciais observadas experimentalmente com as calculadas nos modelos e pela comparação do modelo que apresentou melhores resultados com o modelo de Mohr-Coulomb, que é usualmente utilizado nestes estudos.

1.3. ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO

O trabalho encontra-se organizado em 5 capítulos, onde se inclui o atual, *Introdução*, que estabelece o enquadramento, os objetivos e a organização do trabalho. Os restantes apresentam-se segundo a ordem de desenvolvimento e realização do trabalho.

O capítulo 2, *Aspetos gerais dos maciços rochosos*, aborda cinco pontos principais:

- i) Conceito e génese dos maciços rochosos;
- ii) Características gerais das descontinuidades e a sua importância na caracterização das propriedades resistentes dos maciços rochosos;
- iii) Características físicas e mecânicas das diaclases e a sua origem;
- iv) Critérios de rotura de Mohr-Coulomb, Patton e Barton para descontinuidades;
- v) Ensaio de laboratório e *in situ* realizados para avaliar o comportamento tangencial das descontinuidades rochosas.

O capítulo 3, *Ensaio e Resultados*, faz referência ao procedimento de ensaio padronizado LMR 04 (LNEC 2009) seguido nos ensaios de diaclases, ao equipamento de deslizamento utilizado e aos seus resultados. Estes são expressos para cada conjunto de diaclases através da apresentação dos valores, obtidos em cada um dos quatro deslizamentos, da tensão tangencial em função da tensão normal, dos valores da dilatância em função da tensão normal para os mesmos deslizamentos e dos valores médios da tensão tangencial resistente e da dilatância para cada tensão normal de cada conjunto, assim como aproximações lineares para a tensão tangencial e exponenciais para a dilatância.

O capítulo 4, *Análise de Resultados*, trata da relevância que o procedimento de ensaio adotado tem na resistência tangencial da diaclase, isto é, a influência que cada deslizamento tem na resistência tangencial da diaclase por partir da mesma posição inicial. Desenvolveram-se três modelos de análise com vista a avaliar o desgaste e a caracterizar a envolvente de rotura de diaclase e comparou-se o modelo que apresentou melhores resultados com a envolvente linear de Mohr-Coulomb.

O capítulo 5, *Conclusão*, apresenta as principais conclusões a que se chegou com o presente estudo e propõem-se questões que podem ser analisadas em trabalhos futuros.

2

ASPETOS GERAIS DOS MACIÇOS ROCHOSOS

2.1. MACIÇOS ROCHOSOS

Maciço rochoso é definido como o conjunto de descontinuidades e de blocos de rocha presentes no meio rochoso, Fig. 1 (Vallejo et al. 2002). A mecânica das rochas é a disciplina que estuda o seu comportamento mecânico, as propriedades e as relações entre solicitações e deformações, tal como ocorrem na natureza. O aspecto específico que levou à sua individualização, em 1955, provem do papel significativo que as descontinuidades, em particular diaclases e falhas, têm na resistência e deformabilidade do maciço (Rocha 1981).

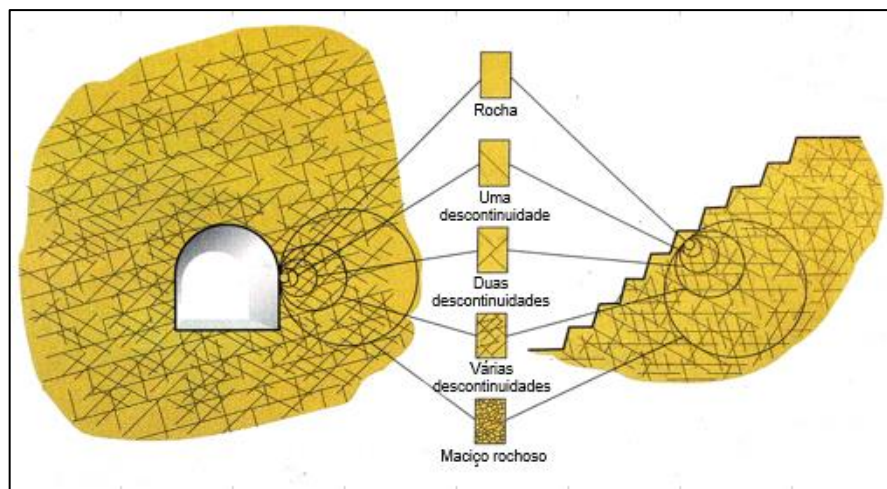


Fig. 1 - Transição entre matriz rochosa e maciço rochoso (adaptado de Vallejo et al. 2002, Figura 3.92)

A geologia estrutural, ligada ao estudo dos processos e estruturas tectónicas que afetam as rochas, e a mecânica dos solos, relacionada com o estudo de rochas alteradas e meteorizadas na superfície, têm uma ligação importante com esta disciplina (Vallejo et al. 2002). A importância da mecânica das rochas consiste na consideração das fraturas que cortam os maciços rochosos, Fig. 2, pois são estas que originam a maior parte das dificuldades com que o engenheiro tem de lidar (Rocha 1981). As descontinuidades e os blocos rochosos caracterizam o comportamento global do maciço rochoso, predominando um ou outro em função das suas propriedades e da escala ou âmbito de estudo do maciço (Vallejo et al. 2002).

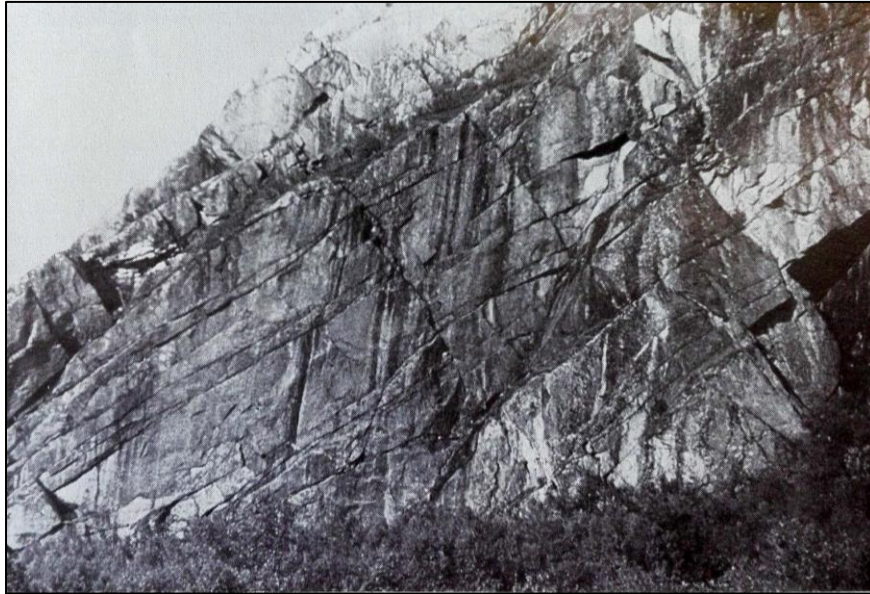


Fig. 2 - Granito com falha (adaptado de Wittke 1990, Fig. 2.5)

Segundo Vallejo et al. (2002), os maciços rochosos apresentam as seguintes características mecânicas:

- Anisotropia: A presença de planos de debilidade com orientação preferencial implica propriedades e comportamento mecânico diferentes em função da direção considerada;
- Descontinuidade: O maciço apresenta um comportamento geomecânico e hidráulico descontínuo, pois a continuidade das propriedades mecânicas dos blocos rochosos é quebrada pela presença das descontinuidades;
- Heterogeneidade: Zonas com litologia diferente, com presença de água ou com grau de alteração, podem apresentar propriedades muito distintas;
- Resistência à tração praticamente nula.

A grande parte da resistência dos maciços é dada pelas propriedades intrínsecas do maciço rochoso, associada com as características das rochas e das descontinuidades, porém existem outros fatores que afetam o seu comportamento mecânico, nomeadamente:

- Estruturas tectônicas e sedimentares presentes no maciço rochoso;
- Tensões naturais a que está submetido (estado de tensão *in situ*);
- Condições hidrogeológicas e fatores geoambientais.

Salienta-se a importância de conhecer o estado de tensão prévio e avaliar a sua influência, pois as obras de engenharia alteram mais rapidamente o estado de tensão *in situ* dos maciços rochosos do que os processos geológicos naturais e podem dar lugar a interações entre redistribuição de esforços naturais e de estruturas.

A petrologia, ramo da geologia que trata da origem, ocorrência e história das rochas, caracteriza as rochas, através da sua origem geológica, em três grupos, Fig. 3 (Wittke 1990):

- Rochas ígneas ou magmáticas: formadas a grandes profundidades por materiais rochosos em fusão (magma). Dependendo do local onde o magma solidifica, as rochas ígneas dividem-se em dois grupos: intrusiva ou plutônica, quando a rocha é formada e solidificada a grandes profundidades e extrusivas ou vulcânicas, quando o magma arrefece à superfície (solidificação rápida);

- Rochas sedimentares: formadas pela sedimentação e cimentação de rochas alteradas mecanicamente ou quimicamente. Encontram-se divididas em três grupos: detríticas, quimiogénicas e biogénicas;
- Rochas metamórficas: formadas através de processos de mudanças de temperatura e pressão sobre rochas preexistentes. Podem ser divididas em dois grupos: rochas metamórficas de contacto e regional.

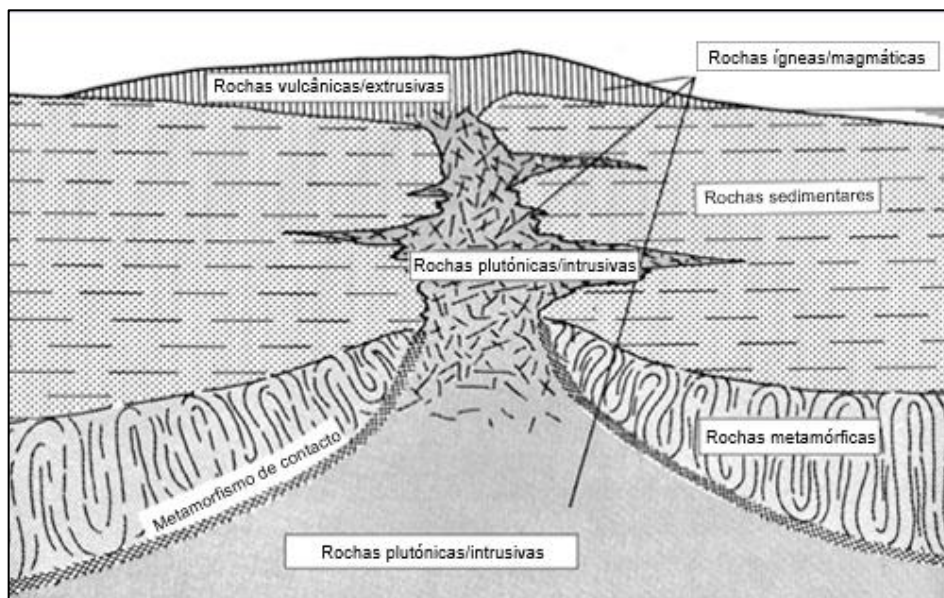


Fig. 3 - Origem das rochas (adaptado de Wittke 1990, Fig. 2.1)

Os problemas relacionados com mecânica das rochas exigem, assim, a identificação das formações geológicas em jogo e a definição das suas propriedades, pedindo à geologia a geometria do maciço rochoso (limites das camadas e fraturas), a natureza da rocha que constitui cada camada e os enchimentos das fraturas (Rocha 1981).

2.2. DESCONTINUIDADES

Geralmente, os maciços rochosos contêm discontinuidades que, para além de servirem de fronteira ou divisão entre blocos de rocha, possuem características mecânicas e hidráulicas comuns: baixa resistência tangencial, resistência à tração desprezável e uma alta permeabilidade. Estas entidades geológicas presentes nos maciços rochosos podem ter diferentes origens geológicas, idade e geometria, mas partilham a designação de discontinuidade (Priest 1993).

Segundo Vallejo (2002), entende-se como discontinuidade “qualquer plano de origem mecânica ou sedimentar que separe blocos de rocha num maciço rochoso”. A presença de discontinuidades origina um comportamento mecânico e hidráulico descontínuo no maciço rochoso, devido à quebra de continuidade das propriedades dos blocos rochosos, por outro lado traduzem planos com menos capacidade resistente ou planos preferenciais de rotura, o que leva a uma mudança de propriedades mecânicas consoante a direção considerada (anisotropia) (Vallejo et al. 2002).

As descontinuidades encontram-se divididas em famílias e em macro descontinuidades. As famílias de descontinuidades são compostas por descontinuidades paralelas ou subparalelas entre si, caracterizadas de uma forma representativa através de valores médios de características físicas, resistentes e de orientação, enquanto que no caso das macro descontinuidades o seu estudo é realizado individualmente (Vallejo et al. 2002).

Independentemente da origem das descontinuidades, estas desempenham um papel fundamental no comportamento dos maciços rochosos e, conseqüentemente, no comportamento de várias obras de engenharia, envolvendo taludes, escavações à superfície e aberturas no subsolo (Muralha et al. 2014).

Segundo Vallejo et al. (2002), a presença de descontinuidades torna difícil avaliar o comportamento mecânico dos maciços rochosos, pois torna o maciço um meio descontínuo e anisotrópico, reduzindo a sua capacidade resistente e aumentando a sua deformabilidade. O estudo do comportamento mecânico e hidrogeológico do maciço rochoso necessita do reconhecimento, descrição e caracterização das superfícies ou planos de descontinuidade, pois representa planos preferenciais de alteração, meteorização, fratura e de passagem de água.

Na descrição das diferentes famílias de descontinuidades de um maciço rochoso incluem-se as seguintes características e parâmetros geométricos:

- Orientação: é definida pelo pendore ou mergulho da linha de maior declive (*dip*) do respetivo plano que a contém. A orientação média de cada família é estabelecida a partir de valores estatísticos representativos. A representação gráfica das descontinuidades permite uma visão geral da geometria dos maciços rochosos, Fig. 4;
- Espaçamento: é a distância entre descontinuidades adjacentes de uma mesma família. Define a geometria dos blocos de rocha que formam as famílias de descontinuidades, o que lhe dá uma grande influência no comportamento global do maciço. Quanto menor o espaçamento, menor será a resistência do maciço rochoso;
- Persistência: é a extensão do plano de descontinuidade. Tem uma grande influência no comportamento dos maciços rochosos, pois define se os blocos de rocha vão ou não estar envolvidos nos processos de rotura do maciço rochoso, porém é de difícil determinação dada a insuficiência de acessos para a medição de tais áreas. A dificuldade desta avaliação leva a que se recorra, muitas vezes, aos modelos expostos na Fig. 5 para se representar este parâmetro;
- Rugosidade: parâmetro que determina a sua resistência ao corte. Quanto maior for a rugosidade, maior será a resistência, pois a presença de irregularidades dificulta o movimento de corte, Fig. 6;
- Abertura: a abertura é a distância que separa perpendicularmente as paredes de descontinuidade quando não existe enchimento. Este parâmetro pode sofrer variações significativas em diferentes zonas do maciço rochoso: enquanto que na superfície a abertura pode ser elevada, quanto maior for a profundidade mais esta se reduz, podendo chegar a fechar-se.
- Enchimento: geralmente constituídos por materiais argilosos ou por material rochoso com natureza distinta das paredes da descontinuidade. São as propriedades físicas e mecânicas do enchimento que controlam o comportamento da descontinuidade. As suas características principais são a sua natureza, espessura, resistência ao corte e deformabilidade;
- Presença de água e percolação: quer exista enchimento ou não, as descontinuidades são caminho preferencial para a passagem de água no maciço rochoso. Esta tem como principal consequência a diminuição das tensões efetivas atuantes sobre os planos de descontinuidade, o que diminui a resistência a corte. Verifica-se também que fenómenos associados ao gelo, podem provocar fracturação e aparecimento de blocos com dimensões menores, bem como a obturação de caminhos de drenagem, o que contribui para o decréscimo das condições de estabilidade.

- Resistência das paredes: tem uma grande influência na resistência ao corte e na deformabilidade das superfícies de descontinuidade. Depende do tipo de rocha, da existência ou não de enchimento e do estado de alteração das paredes. Tem uma importância maior se as descontinuidades estiverem fechadas, isto é, se houver contacto entre os dois bordos, e tende a ter um valor menor do que a rocha intacta, por causa da alteração superficial da mesma.

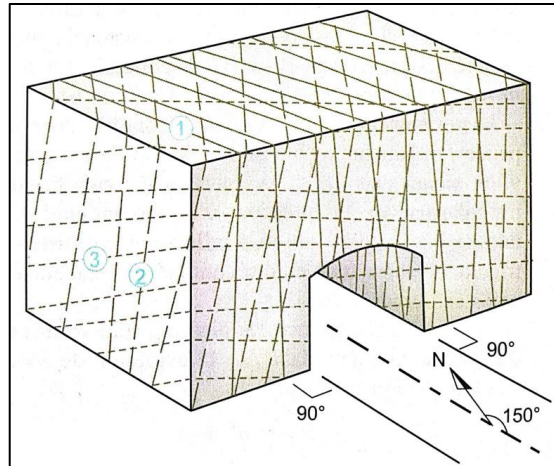


Fig. 4 - Representação de famílias de descontinuidades (adaptado de Vallejo et al. 2002, Figura 3.77)

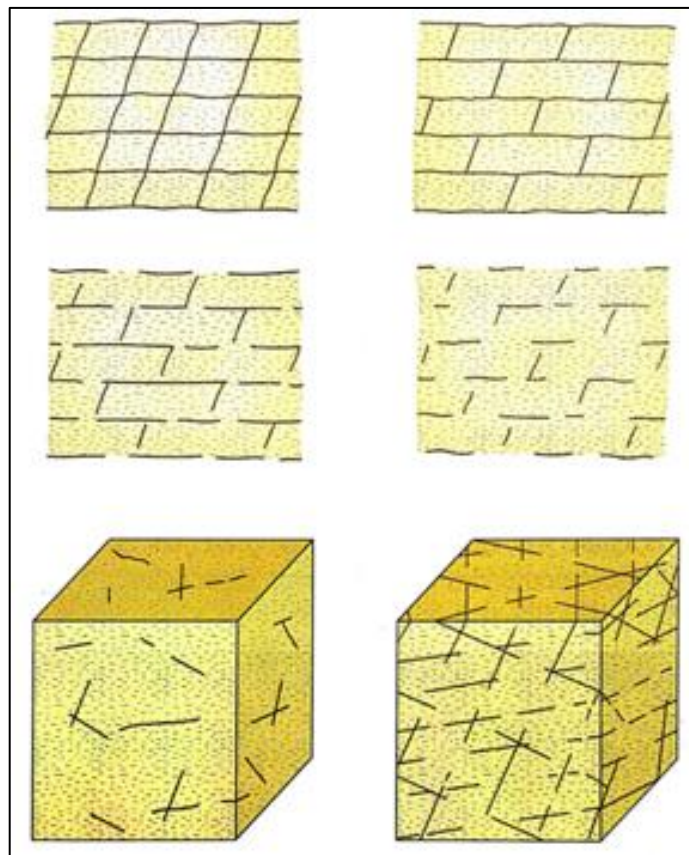


Fig. 5 - Modelos de persistência de várias famílias de descontinuidades (adaptado de Vallejo et al. 2002, Figura 4.9)

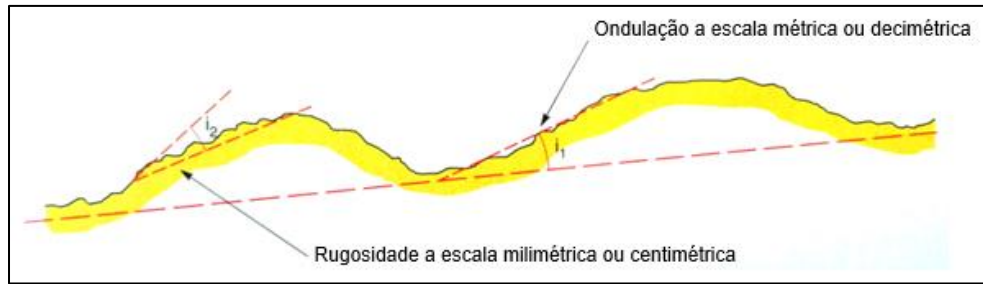


Fig. 6 - Ondulação e rugosidade de uma superfície de descontinuidade
(adaptado de Vallejo et al. 2002, Figura 4.10)

2.2.1. TIPO DE DESCONTINUIDADES

Como referido anteriormente, o termo descontinuidade engloba qualquer plano de separação do maciço rochoso, podendo ter origem sedimentar (superfície de estratificação ou laminação), diagenética ou tectónica (como diaclases e falhas) (Vallejo et al. 2002).

As descontinuidades podem ser englobadas em dois tipos (Vallejo et al. 2002):

- Sistemáticas: quando aparecem em famílias, caracterizadas por uma orientação estatística, referidas a uma orientação média e às suas características gerais.
- Singulares: quando é um único plano que atravessa o maciço rochoso. Normalmente, são mais contínuos e persistentes do que as descontinuidades sistemáticas, podendo chegar, no caso das falhas, a dimensões de vários quilómetros. Requerem um tratamento individualizado.

Segundo Muralha et al. (2014), as descontinuidades podem ter dois tipos de origem:

- Origem geológica: como falhas, superfícies de estratificação, xistosidade, superfícies de clivagem;
- Origem antropogénica: segundo fraturas induzidas por explosões ou tensões.

As descontinuidades podem ser descritas como:

- Fechadas: as superfícies de rocha oposta encontram-se em contacto, geralmente, contínuo;
- Abertas: verifica-se um espaço vazio entre as superfícies de rocha opostas;
- Parcialmente ou totalmente preenchidas: quando as superfícies de rocha contraposta se apresentam separadas por um espaço parcial ou totalmente preenchido por qualquer tipo de material de enchimento.

Quanto à geometria são caracterizadas por:

- Plana ou não plana (onduladas): tem em conta o nível de desvio médio do plano da descontinuidade;
- Encaixe ou não encaixe: depende da interligação entre as duas superfícies de descontinuidade.

Os tipos de descontinuidades mais frequentes que se podem observar na natureza são os seguintes:

i. Falha (*fault*):

Falhas são fraturas, ou seja, descontinuidades resultantes da rotura de rochas sobre tensão, quer de tração, quer de compressão, ao longo das quais houve um deslocamento diferencial considerável entre os dois lados das superfícies, Fig. 7 e Fig. 8 (Wahlstrom 1974).

Em termos das dimensões usuais em mecânica das rochas, as falhas ocorrem como elementos individuais (Wittke 1990). É de notar que as falhas estão geralmente acompanhadas por diaclases, mas diaclases não estão necessariamente associadas a falhas (Wahlstrom 1974).



Fig. 7 - Arenito com falha, Death Valley, California, USA (adaptado de Wittke 1990, Fig. 2.9)

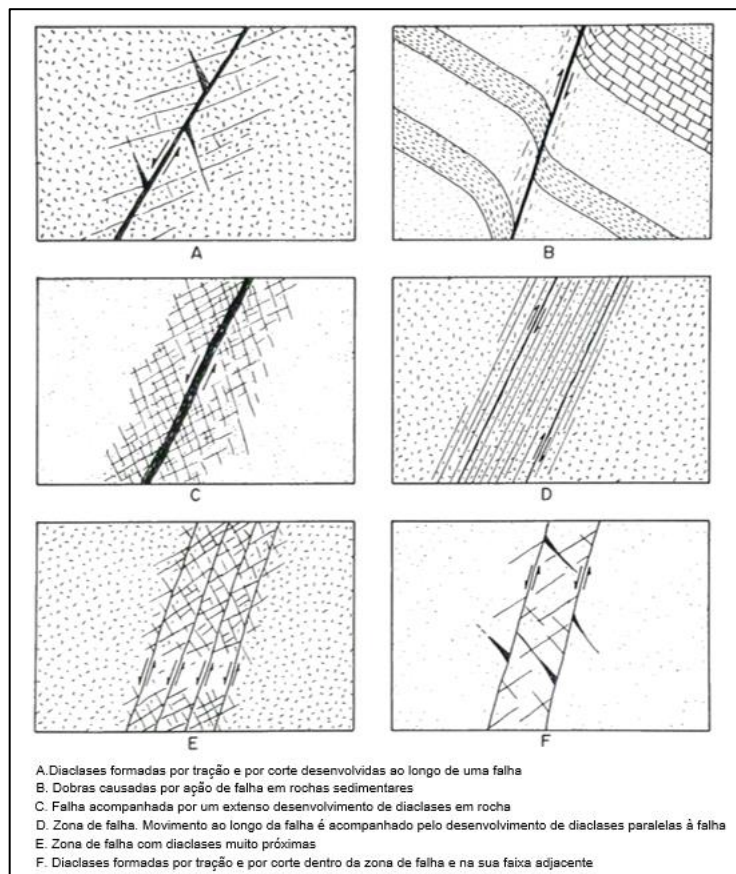


Fig. 8 - Aspectos relacionados com falhas (adaptado de Wahlstrom 1974, Fig. 4-13)

ii. Superfície de estratificação (*bedding*)

Descontinuidade que limita os estratos em rochas sedimentares, com continuidade elevada e cujo espaçamento oscila entre centímetros e vários metros. Esta é formada pela mudança de fatores como o tamanho e a orientação do grão, mineralogia ou química que ocorre durante a deposição de uma rocha sedimentar (Vallejo et al. 2002).

iii. Foliação (*foliation*)

Descontinuidade determinada pela orientação paralela dos minerais lamelares ou bandas minerais nas rochas metamórficas. (Vallejo et al. 2002).

iv. Diaclase (*joint*)

Diaclase define-se como uma fratura ao longo da rocha, onde o deslocamento dos lados adjacentes da superfície de rotura é baixo ou desprezável. As diaclases estão presentes na maior parte dos maciços rochosos e são formadas por diversos processos naturais. Encontram-se divididas em dois grupos, dependendo da forma pela qual se deu a separação das suas superfícies (Wahlstrom 1974):

- Diaclases de corte (*shear joint*): devidas a tensões de corte ao longo das superfícies de rotura;
- Diaclases de tração (*tension joint*): originadas por tensões de tração.

Alterações ao longo da diaclase, seja por questões climáticas ou por ação da água, introduzem, habitualmente, minerais de argila que reduzem substancialmente a resistência atrítica entre os blocos adjacentes, quer a superfície inicial seja rugosa ou lisa (Wahlstrom 1974).

v. Clivagem de fratura (*cleavage*)

Fraturas paralelas formadas em camadas rochosas de baixa resistência, intercaladas em camadas com graus de resistência superior. Têm origem tectónica e aparecem em rochas que tenham sofrido uma deformação considerável (Vallejo et al. 2002).

vi. Xistosidade (*schistosity*)

Resulta da disposição em planos paralelos dos minerais do tipo lamelar e/ou prismáticos. É a foliação no xisto ou em outra rocha cristalina de grão grosseiro (Vallejo et al. 2002).

2.3. DIACLASES

As diaclases são as superfícies de descontinuidade mais frequentes nos maciços rochosos, mais que falhas e podem afetar qualquer tipo de rocha. Podem ter todo o tipo de orientações e apresentar uma persistência que varia entre a ordem dos milímetros e das centenas de metros (Priest 1993).

A grandeza da abertura e a natureza do enchimento das diaclases influenciam significativamente a resistência ao corte dos maciços, a deformabilidade e a permeabilidade. Estas podem variar de (Rocha 1981):

- Perfeitamente fechadas: por vezes de difícil identificação macroscópica;
- Abertas: preenchidas por ar, água ou minerais diversos (como quartzo, calcite e dolomite ou materiais granulares, mais ou menos argilosos). Estes materiais de enchimento podem ser provenientes da alteração da própria rocha ou podem ter sido transportados e possuem, no geral, propriedades mecânicas diferentes das rochas (Priest 1993).

Muitos geólogos acreditam que vários indícios sobre a história tectónica das rochas na superfície terrestre podem ser dados pelo estudo das diaclases e das suas origens (Priest 1993)

Distinguem-se vários tipos de diaclases de acordo com a sua origem (Vallejo et al. 2002):

- Diaclases de origem tectónica: associada a falhas e a dobras. Na Fig. 8 encontram-se vários tipos de diaclases que se podem formar através de falhas, enquanto que na Fig. 9 se representa a disposição característica das diaclases associadas às dobras;
- Diaclases formadas por contração em rochas ígneas: apresentam uma disposição característica de três famílias ortogonais entre si. Os blocos colunares, formados por lavas basálticas, são um exemplo deste tipo de diaclases de contração por arrefecimento (Fig. 10);
- Diaclases de relaxação: devidas a uma redução da carga litostática. A sua frequência diminui com a profundidade e dispõem-se subparalelamente à superfície topográfica.

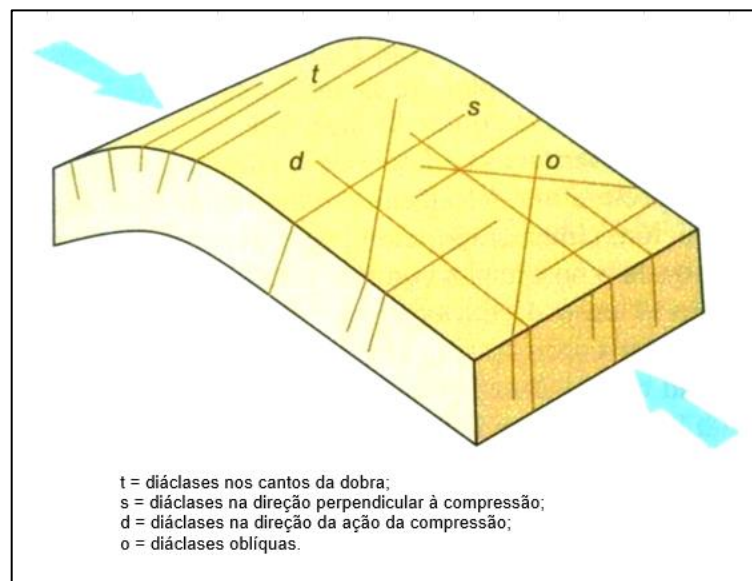


Fig. 9 - Famílias de diaclases associadas a dobras (adaptado de Vallejo et al. 2002, Figura 3.70)

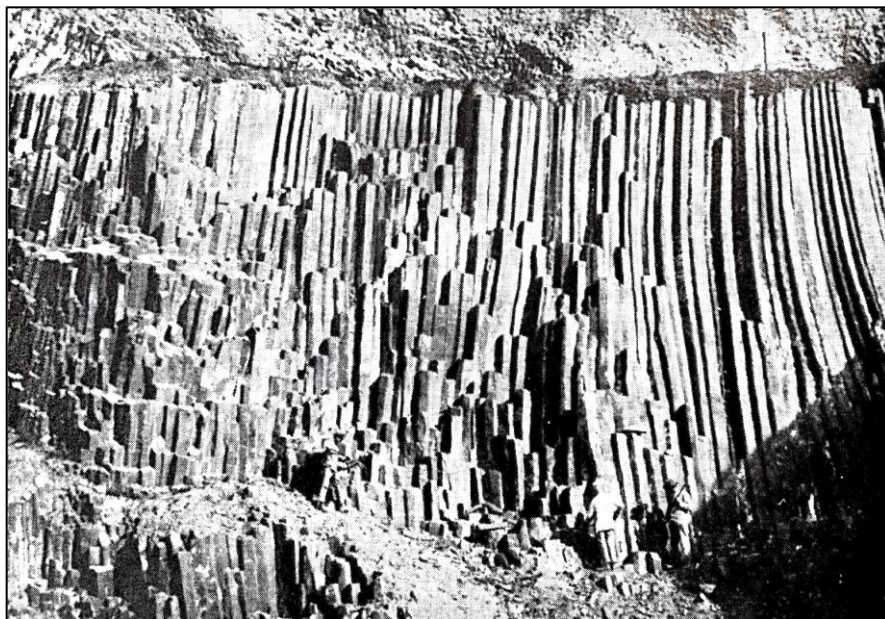


Fig. 10 - Blocos colunares em basaltos (adaptado de Wittke 1990, Fig. 2.3.)

O comportamento mecânico de diaclases fica caracterizado pela resistência ao corte e, se for o caso, pelo material de enchimento. Quanto à resistência ao corte, a tensão normal efetiva que atua ao redor da diaclase é o principal fator externo que afeta o seu valor (Barton e Choubey 1977).

Quando submetidas a uma baixa tensão normal, onde se localizam a maior parte dos problemas de mecânica das rochas, as diaclases exibem uma larga gama de resistência ao corte devido à influência que a rugosidade tem na superfície da descontinuidade e à variabilidade da resistência da rocha. Na Fig. 11 (a) representa-se um intervalo considerável de valores, obtido através de ensaios de corte direto em laboratório e *in situ*. Para tensões normais elevadas, caso que ocorre em falhas e em fraturas dadas por tração, a rugosidade já não é relevante e a resistência ao corte consegue limitar-se num intervalo mais apertado de valores, como se representa na Fig. 11 (b) (Barton 1976).

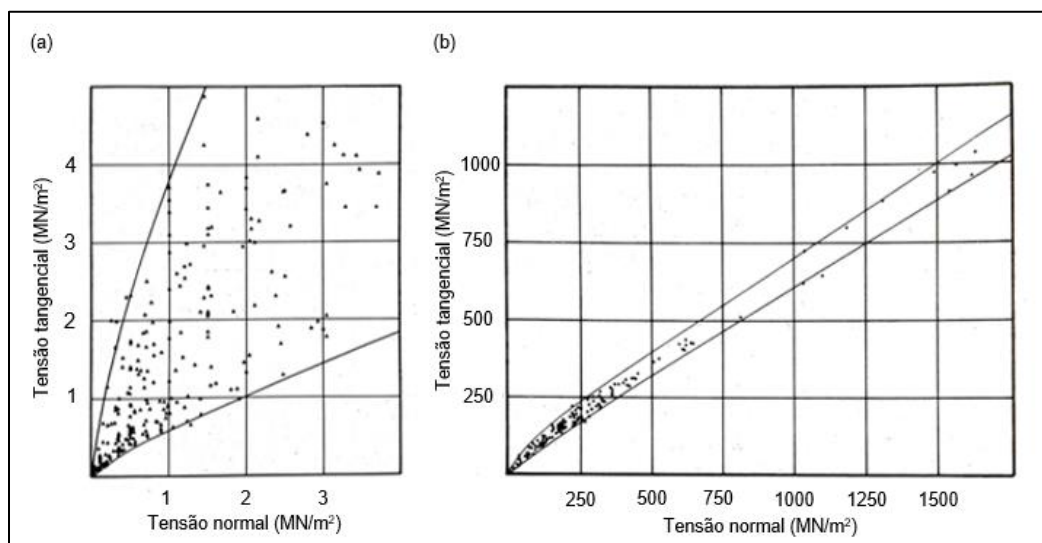


Fig. 11 - (a) Resistência ao corte de diaclases obtidas em ensaios de corte direto realizados em laboratório e *in situ* (adaptado de Barton 1976, Fig. 1); (b) Resistência ao corte de falhas e de fraturas causadas por tração em rochas sobre uma tensão normal efetiva elevada (adaptado de Barton 1976, Fig. 2)

2.4. CRITÉRIOS DE ROTURA EM DESCONTINUIDADES

2.4.1. MOHR-COULOMB

A resistência ao corte de uma descontinuidade é constituída por dois fatores: as propriedades resistentes do material (c e φ) e a tensão normal que atua no plano (Rocha 1981).

Apesar de ser um critério aplicado com frequência, este não passa de uma simplificação, pois não são consideradas várias características que têm influência na resistência ao corte de uma descontinuidade, como a rugosidade, a área de contacto entre as superfícies, a espessura e as propriedades do enchimento (Vallejo et al. 2002). Por estas razões o seu uso está ligado às descontinuidades com superfícies lisas

Quando se aplica esta expressão a descontinuidades rugosas, os valores atribuídos aos dois parâmetros de resistência dependem de quem está a realizar a análise, independentemente dos níveis de tensão normal. No caso de um tectonofísico, a coesão pode atingir valores da ordem das dezenas de MN/m^2 e o ângulo de atrito cerca de 20° , enquanto que para um engenheiro ligado à estabilidade de taludes rochosos o ângulo de atrito pode atingir valores de cerca 70° e zero de coesão. Vários investigadores já

reconheceram este problema, porém ainda se verifica o uso das “constantes” de Coulomb para caraterizar a resistência tangencial em superfícies de descontinuidades rugosas (Barton e Choubey 1977).

A resistência ao corte é dada por duas expressões: a resistência de pico, máxima, e a resistência residual, Fig. 12:

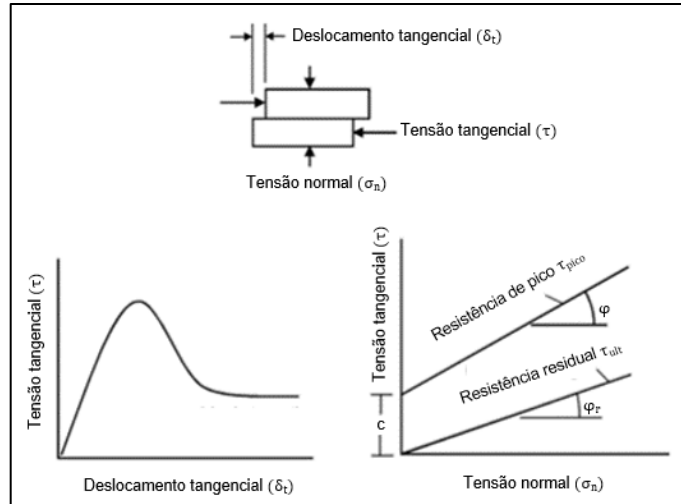


Fig. 12 - Análise de ensaios de deslizamento de descontinuidades (adaptado de Hoek 2006, Figura 1)

A relação entre a tensão tangencial de pico e a tensão normal é dada por:

$$\tau_p = c + \sigma_n \tan \varphi \quad (1)$$

Onde c é a coesão aparente da superfície e φ ou φ_p o ângulo de atrito de pico. A comunidade da mecânica das rochas adotou o termo coesão, originário da mecânica dos solos, por conveniência e de forma a quantificar matematicamente a rugosidade da superfície da descontinuidade. Assim, a coesão aparente é apenas a tensão associada a uma tensão normal nula (Hoek 2006).

A relação entre resistência tangencial residual e a tensão normal é dada por:

$$\tau_{res} = \tau_{ult} = \sigma_n \tan \varphi_r \quad (2)$$

Onde φ_r é o ângulo de atrito residual. A coesão aparente passou a ser nula pelo facto de nesta análise já ter sido ultrapassada a tensão de pico, ou pelo fato de esta não existir (descontinuidade completamente lisa).

2.4.2. PATTON

Geralmente, as descontinuidades apresentam superfícies irregulares que provocam uma grande influência na sua resistência ao corte (Vallejo et al. 2002). Patton (1966) apresentou um modelo de rotura bilinear, com base na influência que a rugosidade apresenta no comportamento mecânico das descontinuidades (Vallejo et al. 2002), através de ensaios de corte em superfícies de dentes de serra, como a superfície representada na Fig. 13 e Fig. 14 (b) (Hoek 2006).

No caso de descontinuidades que apresentem superfícies rugosas, ou seja, irregularidades, ondulações ou asperidades, o ângulo de atrito básico, medido através de superfícies serradas, não caracteriza o tipo de descontinuidade, nem o comportamento ao corte da mesma (Hoek 2006). Segundo Vallejo (2002), o valor resultante do ângulo de atrito deste tipo de superfícies, φ_{res} , é definido pela soma do ângulo de rugosidade, i_{PAT} , que traduz a irregularidade em relação ao plano de descontinuidade e se encontra definido na Fig. 13, com o ângulo de atrito básico, φ_b . Infelizmente, a componente geométrica, i_{PAT} , é complicada de prever sem realizar ensaios de corte (Barton 1971).

$$\varphi_{res} = \varphi_b + i_{PAT} \quad (3)$$

O ângulo de atrito resultante, φ_{res} , pode ser deduzido através da análise de uma descontinuidade inclinada que não apresente coesão aparente, sujeita a tensões tangenciais e normais (Fig. 13).

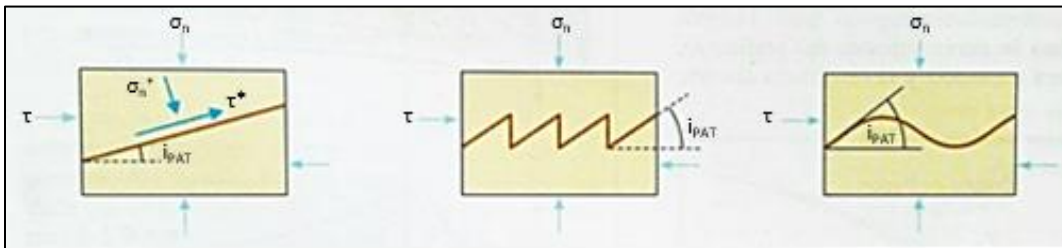


Fig. 13 - Influência do ângulo de rugosidade na resistência ao corte da descontinuidade (adaptado de Vallejo et al. 2002, Figura 3.80)

onde:

$$\tan \varphi = \tau^* / \sigma_n^* \quad (4)$$

$$\tau^* = \tau \cos i_{PAT} - \sigma_n \sin i_{PAT} \quad (5)$$

$$\sigma_n^* = \sigma_n \cos i_{PAT} + \tau \sin i_{PAT} \quad (6)$$

Que resulta em:

$$\tau / \sigma_n = \tan(\varphi + i_{PAT}) \quad (7)$$

A obtenção das características de rugosidade permite que se estime a resistência ao corte dos planos de descontinuidade, separando devidamente os dois critérios que estão associados ao modelo de rotura de Patton (1966), caracterizados na primeira fase pelo efeito da dilatância e na segunda pelo corte da superfície, Fig. 14 (Vallejo et al. 2002).

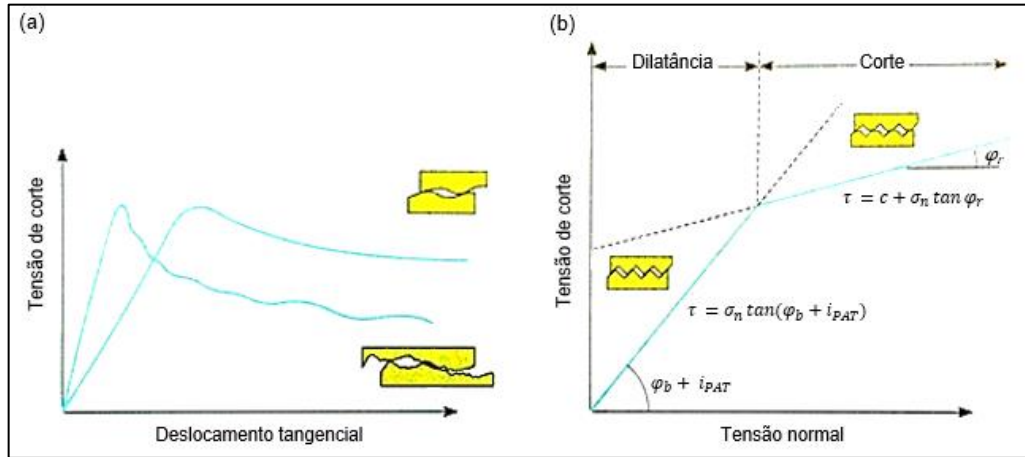


Fig. 14 - (a) Curvas típicas de tensão tangencial - Deslocamento tangencial para descontinuidades rugosas; (b) Critério de rotura bilinear para descontinuidades rugosas (adaptado de Vallejo et al. 2002, Figura 3.79)

Segundo Vallejo et al. (2002), para tensões normais baixas, o deslocamento que o esforço tangencial produz entre as duas superfícies de descontinuidade causa dilatância (abertura ou separação) das mesmas, por consequência, principalmente, do desnível dado pelo ângulo de rugosidade, i_{PAT} . Assim, para tensões normais baixas onde ocorra dilatância significativa, a expressão da tensão tangencial é a seguinte (considerando $c = 0$):

$$\tau = \sigma_n \tan(\varphi_b + i_{PAT}) \quad (8)$$

O ângulo de atrito básico é utilizado nesta expressão, porque quando o deslocamento tangencial progride, os bordos mais angulosos das superfícies começam a ser quebrados e a ser suavizados, o que promove o maior contacto entre as superfícies (Vallejo et al. 2002). Por outro lado, o aumento da tensão normal obriga a que as irregularidades sejam quebradas para que haja deslocamento, o que valida a utilização da expressão de Mohr-Coulomb nesta situação (Barton 1971), enquanto que o declive da reta, associada ao critério de rotura, se aproxima do valor da tangente do ângulo de atrito residual, φ_r , sendo:

$$\tau = c + \sigma_n \tan \varphi_r \quad (9)$$

Segundo Barton (1971), a principal melhoria deste critério em relação ao de Mohr-Coulomb é que a resistência tangencial já pode ser nula quando a tensão normal é zero, o que é equivalente a dizer que já não se assume características lineares para φ e c , independentemente da tensão normal que atua no plano de descontinuidade.

2.4.3. BARTON

A abordagem que Patton (1966) desenvolveu para caracterizar a resistência tangencial em descontinuidades rugosas tem a vantagem de ser simples, porém não representa de forma real a maneira como a tensão tangencial varia com a tensão normal (Hoek 2006). Barton (1973) investigou o comportamento de diaclases naturais e propôs o seguinte critério empírico (Hoek 2006):

$$\tau = \sigma_n \tan \left(\varphi_b + JRC \log_{10} \left(\frac{JCS}{\sigma_n} \right) \right) \quad (10)$$

onde:

- *JRC* (*Joint Roughness Coefficient*)- coeficiente de rugosidade;
- *JCS* (*Joint Compressive Strength*)- coeficiente de resistência à compressão das paredes da descontinuidade;
- φ_b - ângulo de atrito básico da rocha.

Esta equação pode ser utilizada para as seguintes condições (Barton e Choubey 1977):

1. Ajuste de curva para dados experimentais de tensão de corte de pico;
2. Extrapolação de dados experimentais de pico da resistência tangencial;
3. Previsão da resistência máxima de corte.

Barton e Choubey (1977), reescreveram a equação (10), com base em resultados de corte de 136 amostras de diaclases de oito tipos de rochas diferentes, sujeitas a diferentes condições de meteorização, de forma a tornar o seu uso correto, quer para diaclases meteorizadas, quer para diaclases não meteorizadas.

$$\tau = \sigma_n \tan \left(\varphi_r + JRC \log_{10} \left(\frac{JCS}{\sigma_n} \right) \right) \quad (11)$$

onde φ_r é o ângulo de atrito residual. Em geral, o ângulo de atrito residual será inferior ao ângulo de atrito básico da rocha φ_b , pois as superfícies de descontinuidades tendem a se encontrar alteradas ($\varphi_r \leq \varphi_b$). Se as paredes das descontinuidades se encontrarem sãs, ou seja, não alteradas, $\varphi_r = \varphi_b$ (Vallejo et al. 2002). Barton e Choubey (1977) desenvolveram uma expressão empírica que permite estimar o valor de φ_r através de φ_b , tendo em conta qualquer estado de alteração das superfícies de descontinuidade (Barton e Choubey 1977):

$$\varphi_r = (\varphi_b - 20^\circ) + 20 r/R \quad (12)$$

onde:

- *R*- valor do ressalto do martelo de Schmidt sobre uma superfície de material são e seco;
- *r*- valor do ressalto do martelo de Schmidt ou esclerómetro sobre a superfície da parede da descontinuidade em estado natural (húmido ou seco);
- φ_b - ângulo de atrito básico da rocha (obtem-se através de tabelas apresentadas na bibliografia, que constam da Tabela 1).

2.4.3.1. Ângulos de atrito básico e residual

O ângulo de atrito básico da rocha, φ_b , é, geralmente, medido em superfícies lisas ou residuais de rocha que não apresente efeitos de meteorização, obtidas por serra de diamante ou jatos de areia. Alguns valores de referência apresentam-se na Tabela 1 (Barton e Choubey 1977).

Tabela 1 - Ângulos de atrito básico de rochas não meteorizadas obtidos para superfícies planas (adaptado de Barton e Choubey 1977, Tabela 1)

Tipo de rocha	Estado	Ângulo de atrito básico, φ_b (°)	Referência
A. Rochas sedimentares			
Arenito	Húmido	26-35	Patton 1966
Arenito	Húmido	25-33	Patton 1966
Arenito	Seco	29	Ripley & Lee 1962
Arenito	Seco	31-33	Krsmanovic 1967
Arenito	Húmido	32-34	Coulson 1972
Arenito	Húmido	31-34	Coulson 1972
Xisto	Húmido	33	Richards 1975
Siltito	Húmido	27	Ripley & Lee 1962
Siltito	Seco	31-33	Ripley & Lee 1962
Siltito	Húmido	27-31	Coulson 1972
Conglomerado	Seco	35	Krsmanovic 1967
Giz, cré ou greda	Húmido	30	Hutchinson 1972
Calcário	Seco	31-37	Coulson 1972
Calcário	Húmido	27-35	Coulson 1972
B. Rochas ígneas			
Basalto	Seco	35-38	Coulson 1972
Basalto	Húmido	31-36	Coulson 1972
Granito de grão fino	Seco	31-35	Coulson 1972
Granito de grão fino	Húmido	29-31	Coulson 1972
Granito de grão grosso	Seco	31-35	Coulson 1972
Granito de grão grosso	Húmido	31-33	Coulson 1972
Pórfiro	Seco	31	Barton 1971b
Pórfiro	Húmido	31	Barton 1971b
Diabase	Seco	36	Richards 1975
Diabase	Húmido	32	Richards 1975
C. Rochas metamórficas			
Anfibolito	Seco	32	Wallace et al. 1970
Gnaisse	Seco	26-29	Coulson 1972
Gnaisse	Húmido	23-26	Coulson 1972
Ardósia	Seco	25-30	Barton 1971b
Ardósia	Seco	30	Richards 1975
Ardósia	Húmido	21	Richards 1975

Segundo Barton e Choubey (1977), o uso do ângulo de atrito básico, ϕ_b , na expressão (10) é aplicável em superfícies de diaclase que não se apresentem alteradas, e só será aplicável em diaclases meteorizadas se o nível de tensão normal efetiva aplicada for capaz de desgastar as camadas finas de rocha alterada, de forma a permitir o contacto entre as camadas subjacentes de rocha não alterada. O ângulo de atrito residual representa o valor mínimo de resistência ao corte que uma diaclase pode apresentar ($\phi_r \leq \phi_b$). Diaclases que apresentem superfícies planas e lisas, sinais de movimento anterior ou de meteorização não podem contar com componentes relacionadas com rugosidade da superfície de descontinuidade na sua resistência tangencial.

2.4.3.2. JRC

O coeficiente de rugosidade de descontinuidade, JRC, pode ser estimado através de perfis standard de rugosidade e por ensaios de laboratório e *in situ* (*tilt tests, push or pull tests* e por uma análise posterior dos resultados experimentais) (Barton e Choubey 1977).

Os perfis de rugosidade foram iniciados por Barton (1973), com uma escala a variar entre 0 e 20. Introduziu três perfis standard para três valores de *JRC*: *JRC*=5, *JRC*=10 e *JRC*=20, como representado na Fig. 15, sendo que para *JRC*=0 se considera uma superfície completamente plana e lisa (Barton e Choubey 1977).

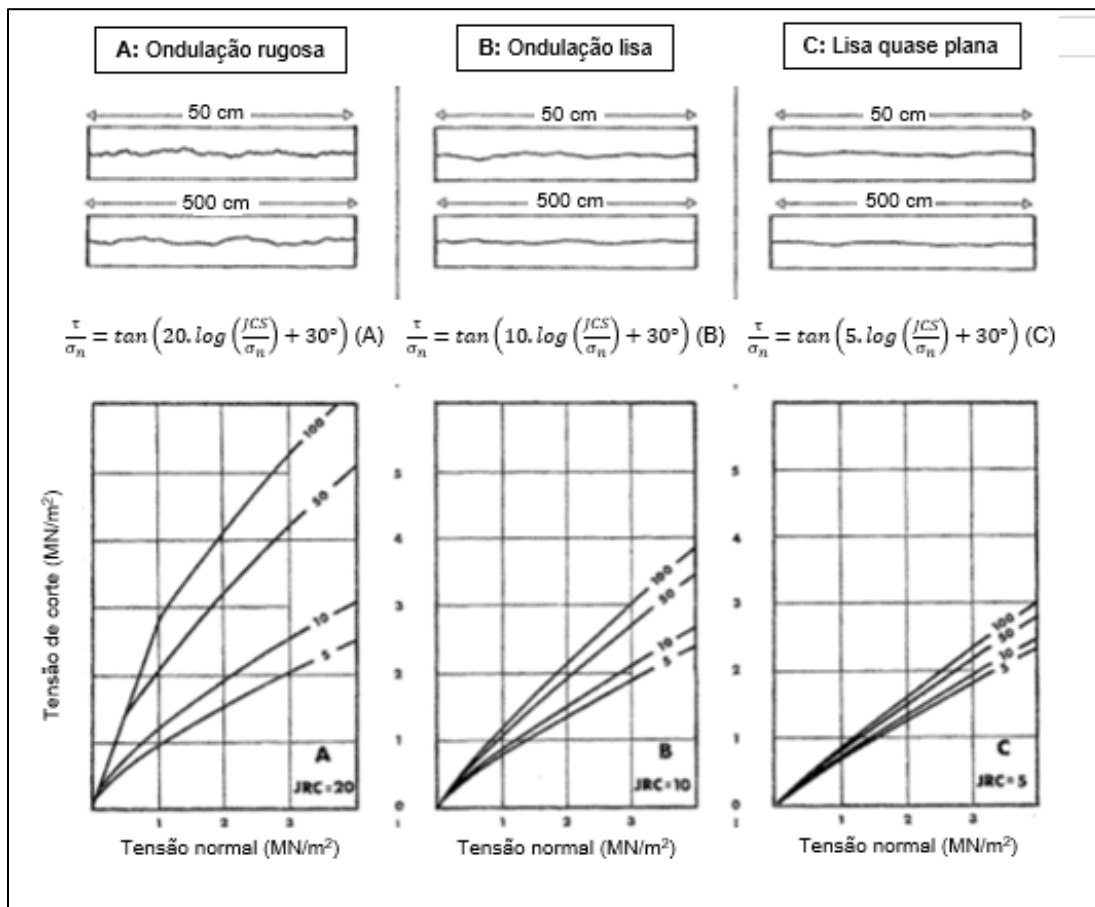


Fig. 15 - Perfis de rugosidade e valores de JRC correspondentes (adaptado de Barton e Choubey 1977, Fig.1)

De forma a quantificar o parâmetro de rugosidade (*JRC*), Barton e Choubey (1977) publicaram 10 perfis-tipo representados na Fig. 16 (a). Deste modo, atribui-se o valor de *JRC* ao perfil que mais se identifica com a superfície das descontinuidades a analisar. No caso de amostras de laboratório, a escala dos perfis ilustrados na Fig. 16 (a) irá ser aproximadamente igual à da superfície de descontinuidade. Contudo, o comprimento da superfície de descontinuidade observado no campo pode ter vários metros e o valor de *JRC* terá que ser estimado para toda a superfície, como se representa na Fig. 16 (b) (Hoek 2006).

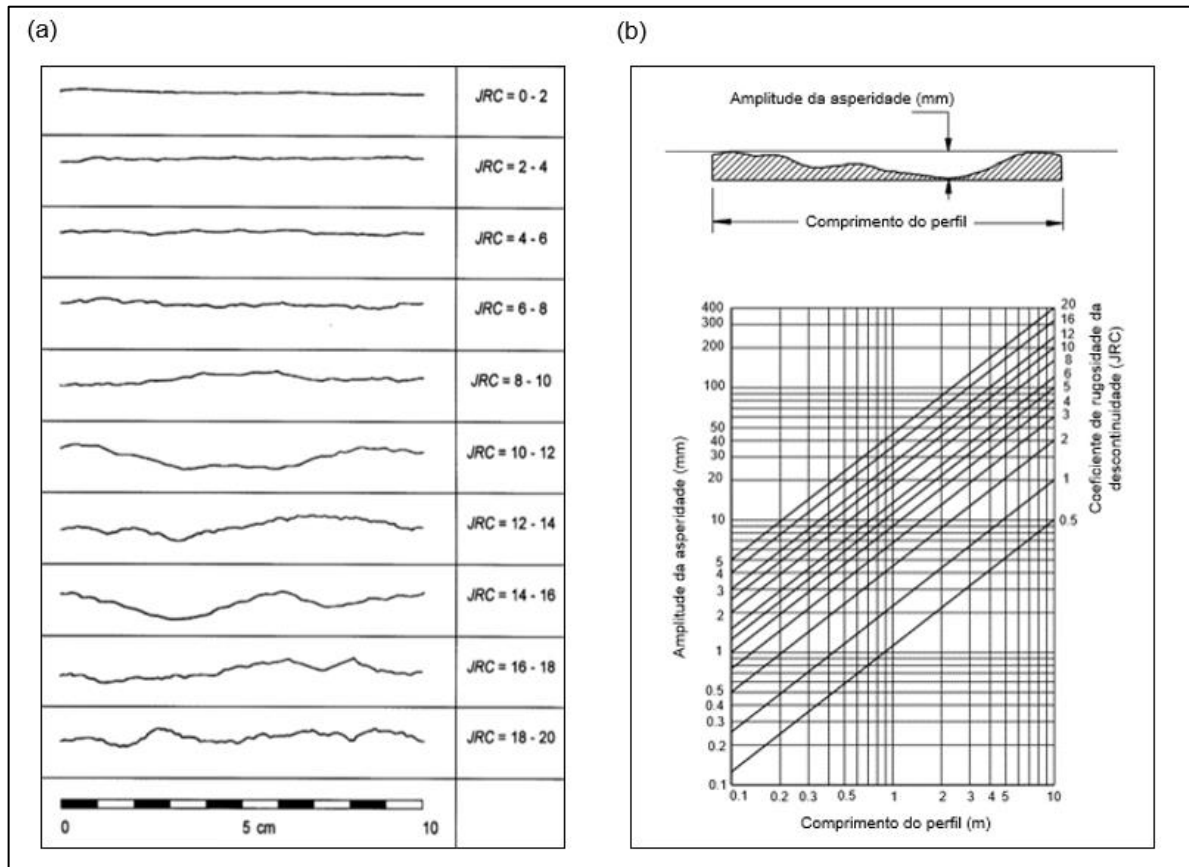


Fig. 16 - (a) Perfis de rugosidade e valores de *JRC* correspondentes (adaptado de Hoek 2006, Figura 5); (b) Método alternativo de estimação de *JRC* através de medições da amplitude da superfície de rugosidade (adaptado de Hoek 2006, Figura 6)

2.4.3.3. JCS

A medição do coeficiente de resistência à compressão das descontinuidades, *JCS*, é fundamental para a engenharia ligada às rochas, uma vez que as propriedades de resistência e de deformação do maciço rochoso são extremamente dependentes das características das finas camadas de rocha adjacentes às superfícies de diaclases. Ainda acresce maior importância a este parâmetro quando as superfícies de diaclases estão meteorizadas/alteradas, pois o parâmetro *JCS* pode atingir valores de apenas uma fração da resistência da rocha intacta, σ_c . A meteorização depende do tipo de rocha, em particular, da permeabilidade que apresenta. Rochas permeáveis tendem a enfraquecer no seu todo, enquanto que rochas impermeáveis mantêm as suas características no interior do bloco e enfraquecem nas superfícies (Barton e Choubey 1977).

O uso do martelo de Schmidt permite avaliar o coeficiente de compressão da superfície de descontinuidade, JRC , através do recuo (Hoek 2006). O recuo é função da energia absorvida na deformação plástica e de rotura da rocha e correlaciona-se com a resistência à compressão da superfície de descontinuidade, JCS , através do peso volúmico seco da rocha, da inclinação da superfície e do plano ensaiado, como representado na Fig. 17 e na equação (13).

$$\log_{10} JCS = 0,00088 \gamma_{rocha} r + 1,01 \tag{13}$$

onde:

- JCS - coeficiente de compressão da superfície de descontinuidade (MN/m^2);
- $\gamma_{d,rocha}$ - peso volúmico seco da rocha (kN/m^3);
- r - valor do ressalto do esclerómetro sobre a superfície da parede da descontinuidade em estado natural (húmido ou seco);

Se a superfície da descontinuidade não se encontra alterada, o valor de JCS é igual ao valor da resistência à compressão simples do bloco, σ_c ($JCS = \sigma_c$) (Vallejo et al. 2002).

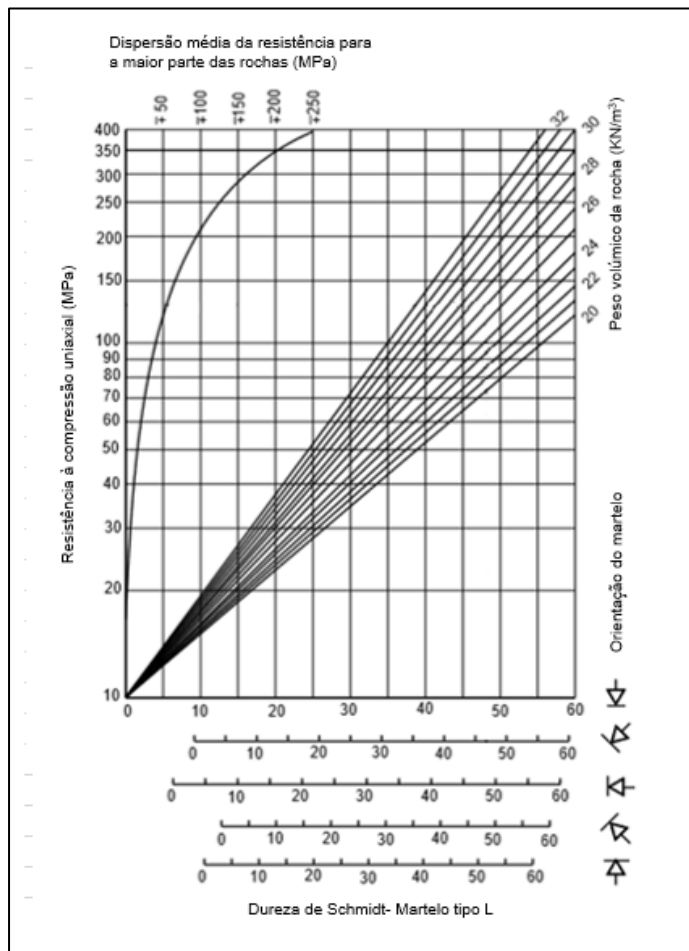


Fig. 17 - Estimativa da resistência à compressão de superfícies de descontinuidade através da dureza do martelo de Schmidt tipo L (adaptado de Hoek 2006, Figura 7)

2.4.3.4. Efeito de escala

A expressão de Barton e Choubey (1977), (11), apresenta três componentes que caracterizam o atrito da descontinuidade (Vallejo et al. 2002):

- φ_b - componente friccional básica;
- JRC - componente geométrica;
- JCS/σ_n - componente relacionada com a rotura das asperidades.

Como se verifica na Fig. 18, os parâmetros JRC e JCS dependem da escala utilizada, enquanto que o ângulo de atrito residual não sofre alteração (Vallejo et al. 2002).

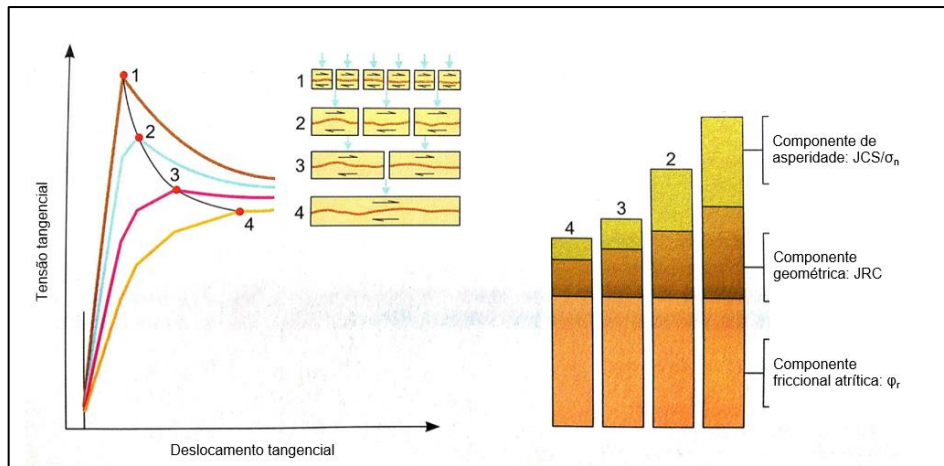


Fig. 18 - Influência do efeito de escala sobre as três componentes da expressão de Barton e Choubey (adaptado de Vallejo et al. 2002, Figura 3.86)

Segundo Vallejo et al. (2002), quando se aumenta a escala da descontinuidade, o valor do ângulo de ondulação, i , já não se encontra limitado à rugosidade que se verificava em pequena escala, por isso diminui. O ângulo de atrito de pico, φ_p , também diminui quando é permitido que ocorra dilatância na descontinuidade (valores baixos de tensão normal). Quando não existe dilatância, o efeito de escala é menos relevante.

Os valores de JRC obtidos empiricamente correspondem a superfícies com 10 cm de comprimento, que servem de base para avaliar o comportamento de superfícies com um comprimento maior. Por isso, é necessário que se faça uma correção do valor para a escala real, equação (14). O parâmetro JCS e a sua componente, JCS/σ_n , também diminuem quando a escala aumenta, pois como a superfície é maior, há uma maior possibilidade de enfraquecimento das características resistentes (Hoek 2006). De forma a corrigir o efeito de escala nos parâmetros JRC e JCS , estabeleceram-se as relações seguintes (Vallejo et al. 2002):

$$JRC_n = JRC_0 \left(\frac{L_n}{L_0} \right)^{-0,02JRC_0} \quad (14)$$

$$JCS_n = JCS_0 \left(\frac{L_n}{L_0} \right)^{-0,03JRC_0} \quad (15)$$

onde:

- JRC_n - coeficiente de rugosidade da superfície de descontinuidade real;
- JRC_0 - coeficiente de rugosidade da superfície de descontinuidade obtida por uma amostra de laboratório com 100 mm de comprimento;
- JCS_n - coeficiente de resistência à compressão da superfície de descontinuidade real;
- JCS_0 - coeficiente de resistência à compressão da superfície de descontinuidade obtida por uma amostra de laboratório com 100mm de comprimento;
- L_n - comprimento da superfície de descontinuidade *in situ*;
- L_0 - comprimento da amostra de laboratório (100 mm).

A resistência das superfícies à escala real pode ser estimada pela expressão (16) (Vallejo et al. 2002), onde i_B representa o ângulo de ondulação a grande escala.

$$\tau = \sigma_n \tan(JRC_n \log_{10}(JCS_n/\sigma_n) + \phi_r + i_B) \quad (16)$$

2.5. MÉTODOS DE AVALIAÇÃO DOS PARÂMETROS DE RESISTÊNCIA

2.5.1. MARTELO DE SCHMIDT

O ensaio com o uso do martelo de Schmidt ou esclerómetro é bastante utilizado dado a sua simplicidade e rapidez de execução. Este é capaz de avaliar, de forma aproximada, a resistência à compressão simples de rochas e de descontinuidades, mediante a correlação expressa na equação (13) e na Fig. 17 (Vallejo et al. 2002).

O esclerómetro é um aparelho metálico, com geometria cilíndrica, com dois componentes: mola no seu interior e a ponta retrátil, Fig. 19. O mecanismo desenvolve-se quando se pressiona a ponta retrátil contra a rocha ou descontinuidade e é ativada a mola. O resultado do ensaio é o valor dado pelo recuo que a mola sofre depois do impacto com a superfície, que fica registado numa escala localizada do aparelho (Vallejo et al. 2002).

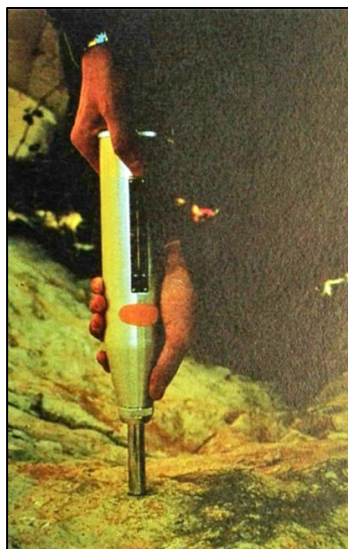


Fig. 19 - Martelo de Schmidt (adaptado de Vallejo et al. 2002, Figura 6.68)

Para a realização do ensaio é necessário que a zona a ensaiar se encontre limpa e que não apresente fissuras. De seguida, que o martelo se coloque perpendicularmente ao plano de ensaio e seja pressionado até que a mola se solte. Em cada local de ensaio devem realizar-se 10 medições, eliminando as 5 que apresentarem os valores mais baixos e, com as restantes, tomar o valor médio (Vallejo et al. 2002).

2.5.2. ENSAIO DE RESISTÊNCIA AO CORTE

Segundo Vallejo et al. (2002), este ensaio avalia a resistência ao corte de um plano de descontinuidade *in situ*, com base em blocos de rocha talhados com dimensões que variam entre $0,4 \times 0,4 \text{ m}^2$ e $1,0 \times 1,0 \text{ m}^2$. Na primeira fase do ensaio, é aplicada uma carga constante normal à descontinuidade, controlando os deslocamentos produzidos. Na segunda fase, é aplicada uma tensão tangencial crescente sobre a descontinuidade até que ocorra rotura do bloco, a favor do plano do ensaio. Em cada amostra, deve-se realizar três a quatro ensaios, com as condições referidas, apenas com valores distintos da tensão normal e deve-se registar os valores das cargas, dos deslocamentos tangenciais e normais. Assim é possível determinar os parâmetros de resistência de pico de cada amostra. Após se alcançar a rotura, a repetição da passagem do aparelho de corte permite avaliar as características residuais da descontinuidade.

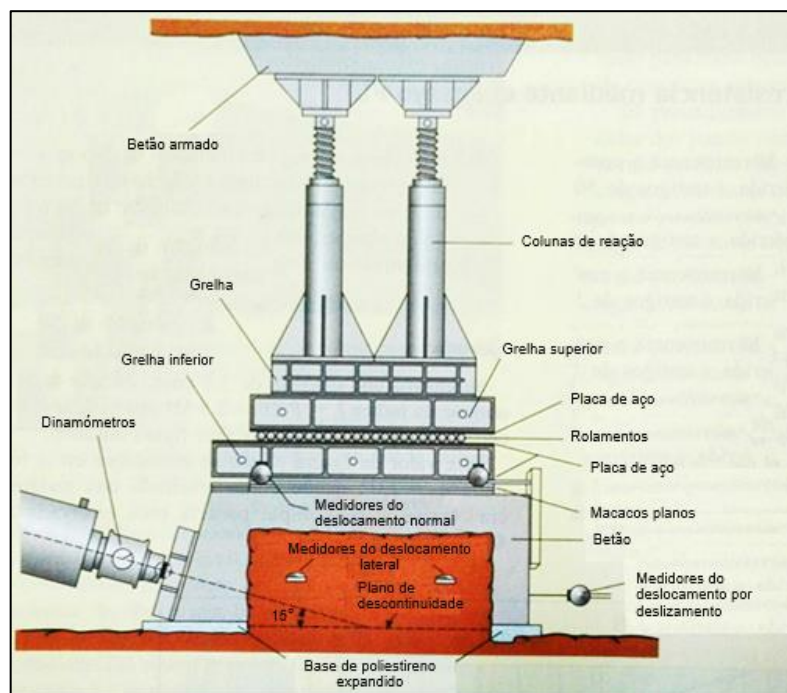


Fig. 20 - Esquema de ensaio em corte *in situ* (adaptado de Vallejo 2002, Figura 6.71)

Representando os resultados dos ensaios num gráfico esforço tangencial-esforço normal, $\tau-\sigma_n$, com cada ensaio a representar um ponto, é possível determinar as características resistentes da descontinuidade definidas por Coulomb, c e φ .

2.5.3. TILT TEST

Segundo Vallejo et al. (2002), este ensaio permite avaliar o ângulo de atrito residual, através da estimação do ângulo de atrito da descontinuidade e o coeficiente de rugosidade das superfícies de descontinuidade, *JRC*, mediante a avaliação do ângulo de atrito básico. O ângulo de atrito da descontinuidade é medido com o auxílio de um bloco de rocha que contenha um plano de descontinuidade que não apresente coesão. Este bloco coloca-se em contacto com uma superfície de apoio que vai ser inclinada até que ocorra o deslizamento. O valor do resultado, α , é dado pelo ângulo que o plano de apoio faz com a horizontal e deve ser repetido para várias amostras do maciço rochoso.

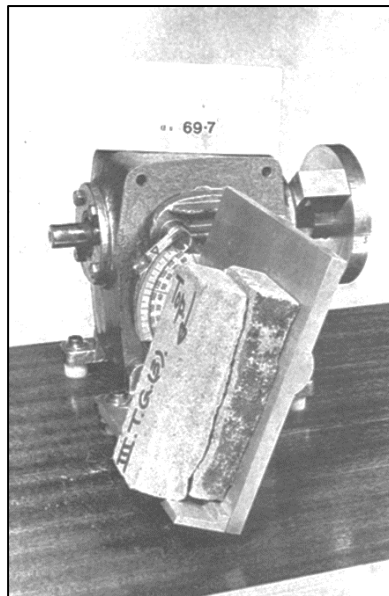


Fig. 21 - Ensaio *tilt test* para determinar o coeficiente de rugosidade da superfície da descontinuidade, *JRC* (adaptado de Barton e Choubey 1977, Fig. 10)

O valor de α , dado pelo *tilt test*, é função das tensões que atuam sobre a descontinuidade quando ocorre deslizamento:

$$\alpha = \arctan (\tau / \sigma_n) = \varphi \quad (17)$$

A partir do ângulo α pode estimar-se o valor de *JRC* usando a equação (11):

$$JRC = \frac{(\alpha - \varphi_r)}{\left(\log \left(\frac{JCS}{\sigma_n} \right) \right)} \quad (18)$$

No caso de diaclases significativamente rugosas, o *tilt test* não pode ser utilizado porque obriga a que se incline demasiado a descontinuidade, o que pode levar ao derrubamento ou à abertura de diaclases, não permitindo resultados fidedignos (Barton e Choubey 1977).

Barton e Choubey (1977) apresentaram uma gama de valores de JRC que pode ser ensaiada sem que ocorram estes incidentes para três valores de φ_r , através da relação empírica dada pela equação (11) e, mais concretamente, pela equação (18). Para o JCS foi assumido um valor de 100 MN/m^2 e a tensão normal, σ_n , foi estimada pela seguinte relação empírica:

$$\sigma_n = \gamma h \cos^2(\alpha) \quad (19)$$

onde:

- o h : espessura da metade superior do bloco (m);
- o γ : peso volúmico da rocha (kN/m^3).

Esta representação encontra-se expressa na Fig. 22 e a envolvente do par de curvas de cada gráfico representa, aproximadamente, o intervalo de valores de JRC que pode ser utilizado no *tilt test*. A curva à direita, representa uma amostra de laboratório com uma espessura (h) do bloco superior de 2 cm, enquanto que a curva à esquerda reproduz um bloco de campo com uma espessura (h) de 20 cm (Barton e Choubey 1977).

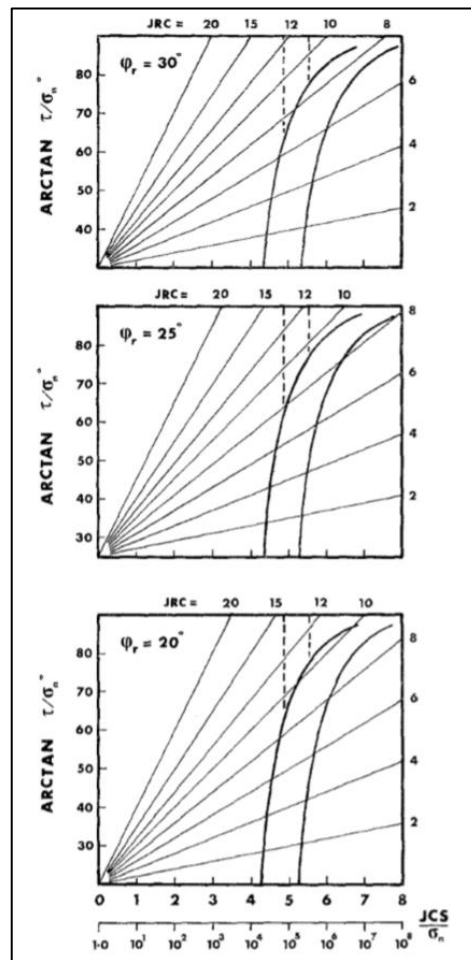


Fig. 22 - Intervalo de aplicação de *tilt tests* e *push/pull tests* para determinação dos valores de JRC de diaclases (adaptado de Barton e Choubey 1977, Fig. 11)

O mesmo ensaio pode ser realizado em superfícies lisas de forma a obter o ângulo de atrito básico de discontinuidades, através de três tarolos cilíndricos de rocha (Alejano et al. 2018). O método consiste em colocar dois provetes juntos e paralelos numa superfície de apoio horizontal e apoiar o terceiro entre eles (Fig. 23). De seguida, a base do apoio é inclinada progressivamente até que o provete superior deslize entre os dois inferiores, obtendo-se assim o ângulo α . Neste caso, α , coincide com o valor do ângulo de atrito básico da discontinuidade, φ_b , que caracteriza a resistência de discontinuidades lisas e planas, não alteradas (Stimpson 1981; Vallejo et al. 2002) e, basicamente, avalia as propriedades mineralógicas das rochas em questão (Barton e Choubey 1977).

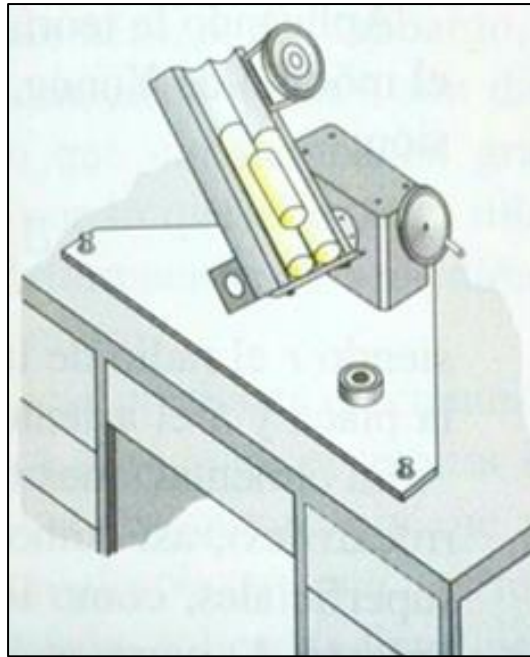


Fig. 23 - Ensaio de *tilt test* em provetes de rocha (adaptado de Vallejo et al. 2002, Figura 6.73)

Com este parâmetro de resistência, φ_b , e com os dados obtidos com o martelo de Schmidt pode calcular-se o ângulo de atrito residual da discontinuidade, segundo a expressão (12).

2.5.4. PUSH OU PULL TESTS

O ensaio consiste em colocar a diaclase num plano horizontal (ou inclinado) e empurrar ou puxar o bloco superior, paralelamente ao plano da diaclase, permitindo ensaiar discontinuidades que não poderiam ser ensaiadas em *tilt tests* (Barton e Choubey 1977).

Na Fig. 22 está representada pelas linhas a tracejado a gama de valores de JRC que se considera admissível para este ensaio de laboratório. Numa situação de campo a gama de valores de JRC pode subir consideravelmente, através dos seguintes fatores: blocos a ensaiar maiores, diaclases alteradas e rácio de JCS/σ_n inferior (Barton e Choubey 1977).

Na Fig. 24 encontram-se os resultados de laboratório obtidos por Barton e Choubey (1977) para 102 diaclases, para um valor médio do ângulo de atrito residual, φ_r , de $27,5^\circ$. O *tilt test* foi realizado para 57 diaclases com JRC menor que 8 e o *push test* foi realizado para as restantes 45 diaclases com JRC entre 8 e 12.

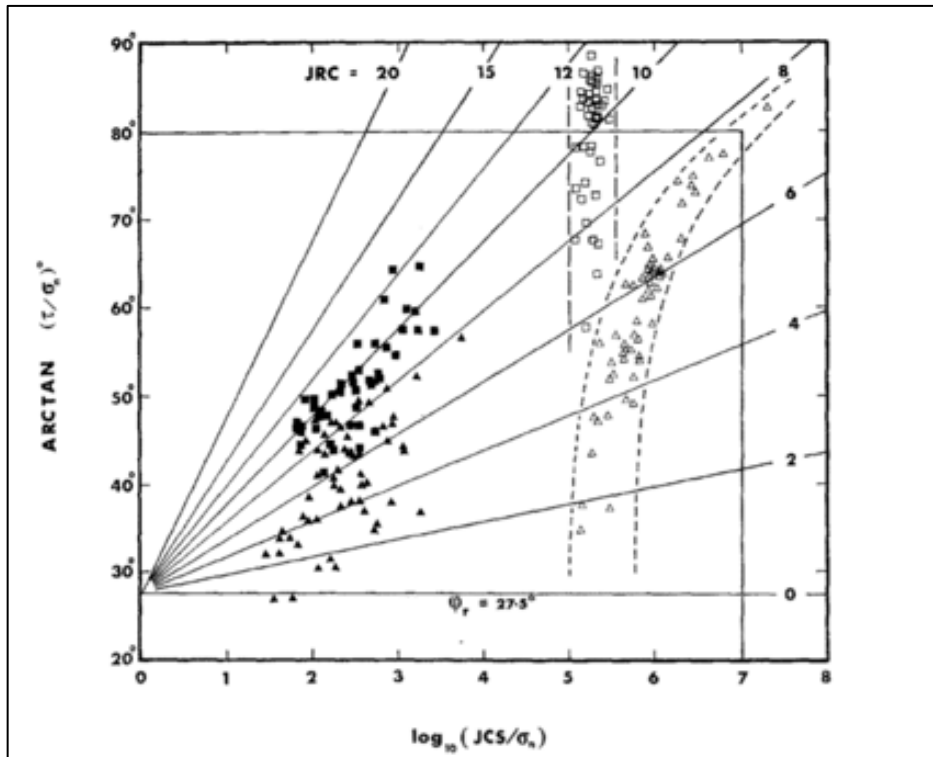


Fig. 24 - Resultados de ensaios de laboratório de *tilt tests* (Δ) e *push test* (\square) e respectivos valores do ângulo de atrito de pico medidos em ensaios de corte (símbolos a cheio), usando as mesmas diaclases e sob níveis convencionais de tensão normal (aproximadamente 0,05 a 1,5 MN/m²) (adaptado de Barton e Choubey 1977, Fig. 12)

2.5.5. ENSAIOS DE DESLIZAMENTO EM LABORATÓRIO

O ensaio consiste na aplicação de tensões tangenciais a uma amostra de rocha que contenha a descontinuidade, até que se verifique deslocamento relativo entre as superfícies, determinando, em função das tensões normais aplicadas sobre o plano, a resistência ao corte de pico e residual da descontinuidade (Vallejo et al. 2002). Para este efeito são utilizados equipamentos que se esquematizam na Fig. 25. em que os provetes se encontram encapsulados como se observa na Fig. 26.

A resistência ao corte pode ser determinada por ensaios sob tensões normais constantes (CNL) ou por condições de rigidez normal constante (CNS) (Muralha et al. 2014):

- Tensões normais constantes (CNL): a tensão normal é mantida constante ao longo do ensaio. A resistência ao corte é avaliada em função da tensão normal aplicada e é apropriada para o dimensionamento de problemas de engenharia que se encontrem próximos da superfície;
- Rigidez normal constante (CNS): neste caso, a tensão normal varia e a rigidez normal aplicada durante todo o ensaio é mantida constante. Esta metodologia é capaz de definir a resistência última ao corte da diaclase e é utilizada para avaliar os casos em que a tensão normal possa variar ao longo do deslizamento. Deve ser preferido para representar a resposta natural de descontinuidades não planares ao corte.

Os gráficos típicos de um ensaio de deslizamento de uma diaclase sob condições constantes de carregamento normal (CNL) e sob condições constantes de rigidez (CNS) encontram-se na Fig. 27.

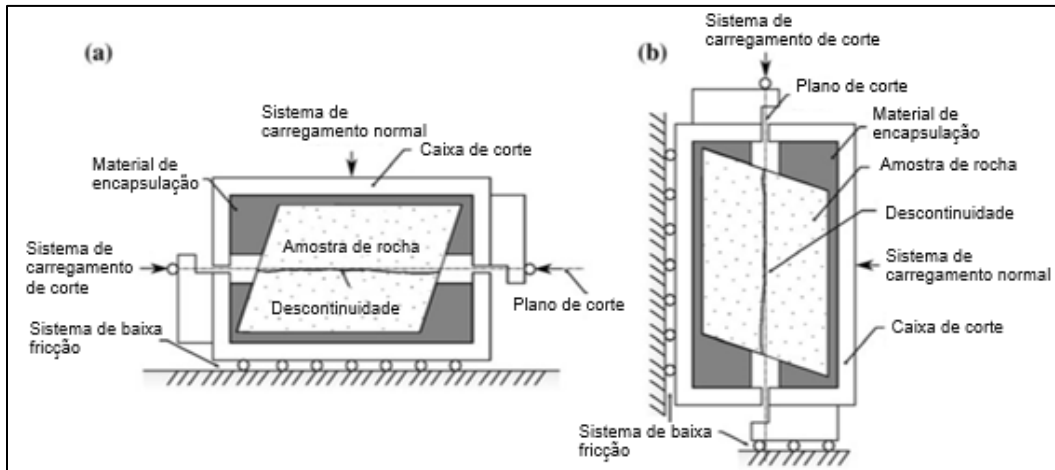


Fig. 25 - Ilustração esquemática do ensaio de deslizamento em laboratório (adaptado de Muralha et al. 2014, Fig. 1)



Fig. 26 - Encapsulamento da metade inferior de uma amostra de ensaio de formato retangular (Muralha et al. 2014, Fig. 3)

A determinação da resistência ao corte da diaclase e dos parâmetros de resistência do critério de rotura desejado são calculados a partir dos valores constantes dos gráficos apresentados na Fig. 27 (Muralha et al. 2014).

O critério de Mohr-Coulomb é geralmente adequado para modelar os resultados de ensaios de corte de diaclases, com os parâmetros de rotura deste critério linear definidos na equação (1). Porém os resultados não devem ser extrapolados para além do alcance dado pelas tensões normais utilizadas nos ensaios, especialmente para valores baixos de σ_n , como se exemplifica na Fig. 28.

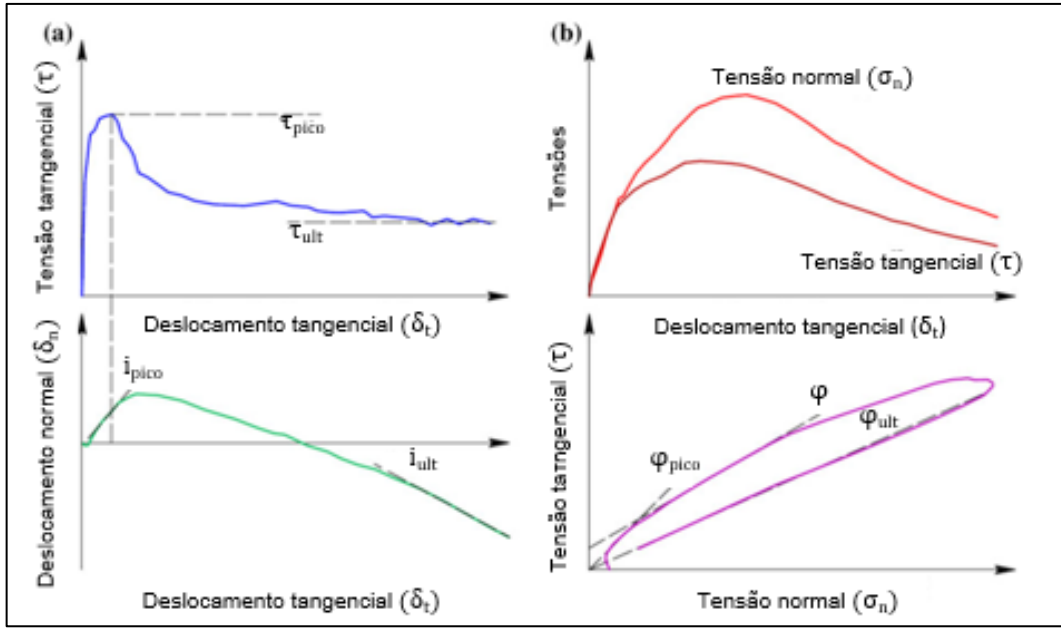


Fig. 27 - Gráficos típicos de um ensaio de corte de uma diaclase: (a) Condições constantes de carregamento normal (CNL); (b) Condições constantes de rigidez (CNS) (adaptado de Muralha et al. 2014, Fig. 5)

Segundo Muralha et al. (2014), no caso de superfícies rugosas ou não planares, a utilização de um critério de rotura não linear pode ser mais representativa dos resultados dos ensaios. Nestes casos, podem ser considerados outros critérios de rotura, como o de Patton (1966) e o de Barton e Choubey (1977), onde é possível retirar dos resultados dos ensaios o valor i_{PAT} do critério de Patton, equação (8), e o valor de JRC do critério de Barton e Choubey. Os parâmetros de deformabilidade, como a rigidez normal e de corte, também podem ser dados pelos ensaios, através dos resultados dos deslocamentos normais e de corte.

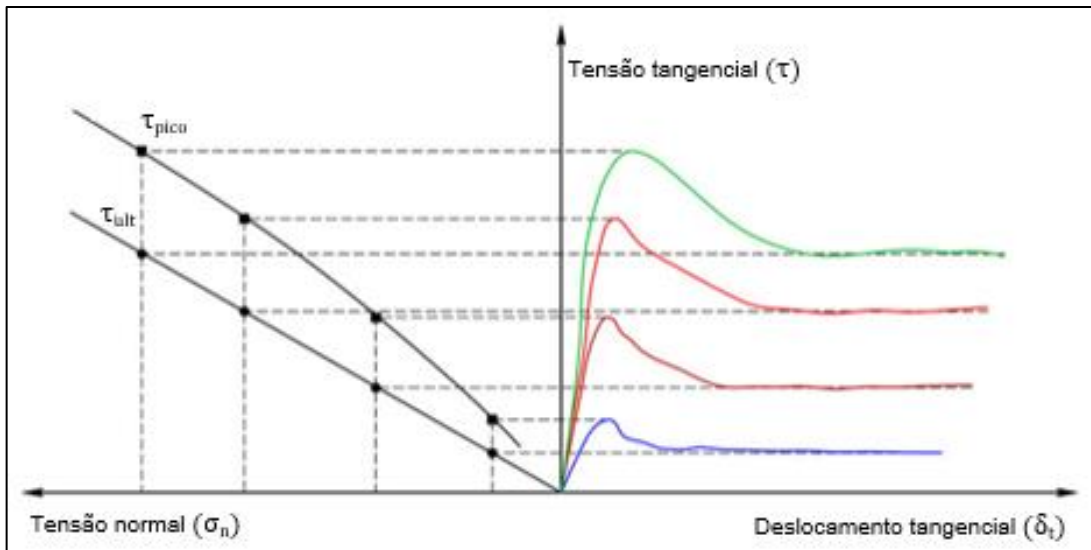


Fig. 28 - Avaliação da resistência ao corte de pico e residual (adaptado de Muralha et al. 2014, Fig. 6)

2.5.6. EFEITO DE ESCALA

O efeito de escala consiste na influência que o tamanho da amostra ensaiada tem nos resultados obtidos. Como a resistência ao corte das descontinuidades depende, principalmente, da rugosidade e da ondulação dos planos, a área ensaiada é fundamental (Vallejo et al. 2002).

Em laboratório só se considera uma pequena fração da superfície, enquanto que em ensaios *in situ* a rugosidade é avaliada numa escala maior. Numa escala maior, o ângulo da rugosidade, i_{PAT} , é menor, o que faz com que o valor do ângulo de atrito de pico, φ_p , seja menor, assim como a resistência ao corte da superfície (Vallejo et al. 2002).

Para o critério de Barton e Choubey, o efeito de escala, representado em 2.4.3.4, induz a correções nos parâmetros JCS , JRC e, conseqüentemente, no cálculo da resistência ao corte, expressas nas equações (14), (15) e (16).

3

ENSAIOS E RESULTADOS

3.1. ENSAIOS

Os ensaios de diaclases realizados para a caracterização do seu comportamento mecânico, cujos resultados se analisam neste trabalho, seguiram o procedimento de ensaio padronizado LMR 04 (LNEC 2009), que segue o Método Sugerido da Sociedade Internacional de Mecânica das Rochas (Muralha et al. 2014) e a norma ASTM D5607-08. Os ensaios foram realizados no equipamento de deslizamento de diaclases do LNEC (Fig. 29) e compreenderam a execução de quatro ensaios de deslizamento sobre a mesma diaclase, sob tensões normais constantes de 0,4; 0,8; 1,6 e 3,2 MPa, em 16 conjuntos dos 18 observados. As tensões normais foram escolhidas com o objetivo de cobrir a gama de tensões que se prevê que ocorram no maciço rochoso nas zonas das fundações das respetivas obras.

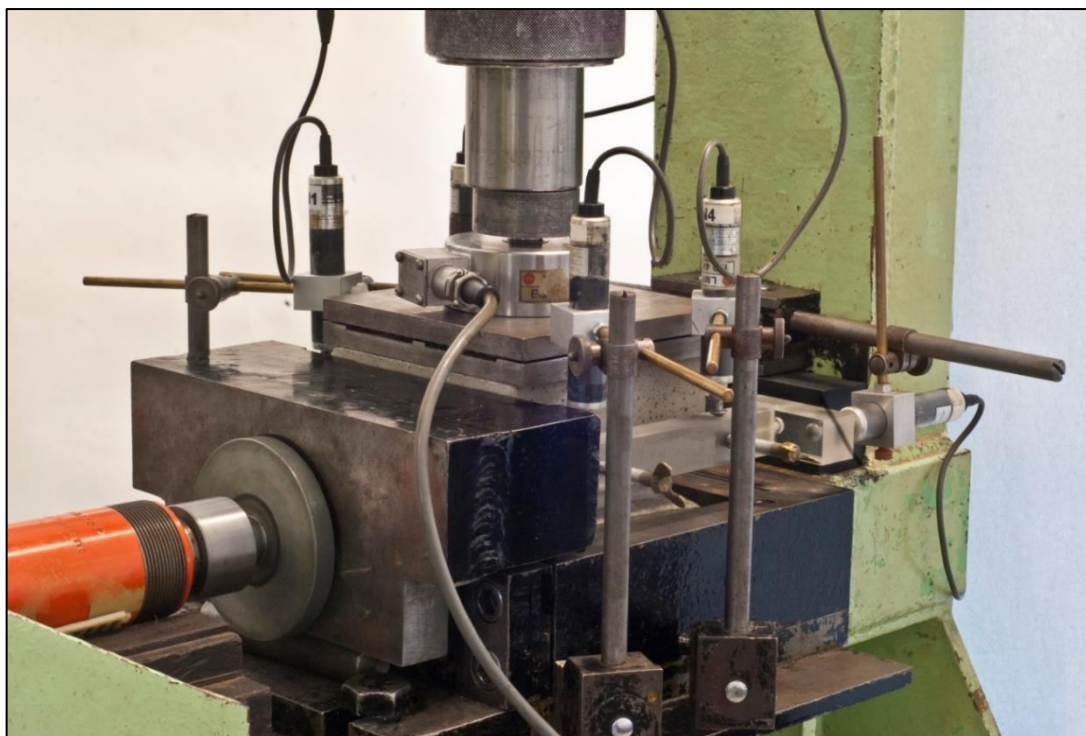


Fig. 29 - Equipamento utilizado para a realização dos ensaios de deslizamento (LNEC)

Os ensaios de deslizamento foram realizados a partir da mesma posição inicial da diaclase, que corresponde à posição em que as suas duas faces se ajustam. Antes de cada ensaio são removidos todos os detritos resultantes do desgaste da superfície das diaclases durante o deslizamento anterior. Cada deslizamento foi ainda precedido de um ciclo de carga normal até à tensão normal máxima de 3,2 MPa para que todos os ensaios fossem realizados a partir de condições iniciais o mais semelhantes possível.

O procedimento de ensaio LMR 04 estabelece os equipamentos, instrumentos de medição, faseamento de ensaio e cálculos, de forma a caracterizar os parâmetros de resistência e deformabilidade de descontinuidades rochosas.

As forças normal e tangencial são aplicadas por meio de macacos hidráulicos à metade superior da descontinuidade, que é a que se desloca, mantendo-se a metade inferior fixa. A descontinuidade é colocada horizontalmente na caixa de corte e encapsulada com argamassa, de forma a permitir que esta seja firmemente fixada na caixa de corte e receba as forças aplicadas (LNEC 2009).

A força normal e a tangencial são medidas diretamente por células de força e indiretamente por células de pressão ou manómetros que fornecem a pressão nos circuitos hidráulicos. Os deslocamentos são medidos por transdutores de deslocamento. Estas medições são realizadas de forma quase contínua, usando um sistema de aquisição de dados. Os equipamentos utilizados nos ensaios foram os seguintes:

- Estrutura de ensaios de deslizamentos;
- Célula de força HBM- C2 de 50 kN para a força normal e de 200 kN para a força tangencial;
- Transdutores de deslocamentos CDP-5 para o deslocamento normal e CDP-10 para o deslocamento tangencial;
- Sistema de aquisição de dados HP 3952A.

Os ensaios de diaclases constam de um ensaio de carga normal para determinar a deformabilidade normal e de quatro ensaios de deslizamento para determinar a deformabilidade e resistência tangenciais. Descrevem-se em seguida as diversas operações dos ensaios de diaclases (LNEC 2009):

- Colocar o provete na caixa de corte da máquina, de forma a que a descontinuidade fique perfeitamente centrada em relação às linhas de ação da força normal e da força tangencial;
- Assegurar que a descontinuidade se encontra na sua posição natural, limpa e livre de detritos;
- Colocar os equipamentos de medição (células de força e transdutores de deslocamentos) e os espaçadores, chapas e roletes necessários;
- Realizar um ensaio de carga normal, que consta de três ciclos de carga-descarga até à maior tensão normal a que vão ser efetuados os deslizamentos. A velocidade de carregamento deve ser tal que cada ciclo demore entre 5 e 10 minutos;
- Realizar o deslizamento para a tensão normal mais baixa, de acordo com a metodologia descrita no parágrafo seguinte;
- Uma vez realizado o deslizamento, limpar as faces da descontinuidade de todos os detritos e recolocar a descontinuidade na sua posição natural;
- Recolocar de novo todos os equipamentos;
- Realizar o deslizamento para a segunda tensão normal;
- Repetir os pontos anteriores para as tensões normais restantes, por ordem crescente destas.

As operações executadas em cada um dos quatro ensaios de deslizamento foram as seguintes:

- Aplicar uma pequena força normal inicial, para encosto do conjunto;
- Realizar um ciclo de carga-descarga da força normal até uma tensão máxima igual à máxima tensão normal a ser usada no deslizamento. A velocidade de carregamento deve ser tal que este ciclo demore entre 5 e 10 minutos;
- Aplicar a tensão normal do deslizamento a uma velocidade de carregamento idêntica;
- Introduzir os equipamentos que permitam manter a tensão normal constante até ao final do deslizamento;
- Aumentar a tensão tangencial de forma a que ocorra o deslocamento tangencial da discontinuidade;
- No início, em que a tensão tangencial aumenta para pequenos deslocamentos tangenciais, a velocidade de carregamento deve ser tal que a tensão tangencial máxima seja atingida após 5 a 10 minutos;
- A partir do momento em que o deslocamento tangencial aumenta sem variação significativa da tensão tangencial, a velocidade de deslocamento deve ser inferior a 0,5 mm por minuto;
- Considera-se que o deslizamento pode ser terminado após a tensão tangencial ter estabilizado, o que acontece usualmente para deslocamentos tangenciais inferiores a 5 mm;
- Devem ser registados os valores das forças (normal e tangencial) e dos deslocamentos (normal e tangencial), após a aplicação da força normal de encosto, durante o decurso de todo o deslizamento.

Os resultados dos ensaios de diaclases começam por ser apresentados nos quatro gráficos seguintes (Fig. 30):

- Tensão normal – Deslocamento normal, $\sigma_n - \delta_n$, do ensaio de carga normal;
- Tensão tangencial – Deslocamento tangencial, $\tau - \delta_t$;
- Tensão tangencial – Tensão normal, $\tau - \sigma_n$;
- Deslocamento normal – Deslocamento tangencial, $\delta_n - \delta_t$.

A partir dos resultados do gráfico $\sigma_n - \delta_n$ do ensaio de carga normal, Fig. 30 (a), são calculados os parâmetros de deformabilidade normal da diaclase. Com base no gráfico $\tau - \delta_t$, Fig. 30 (b), são determinados os valores da resistência tangencial de cada deslizamento como uma média da tensão tangencial a partir do momento em que esta se torna aproximadamente constante, ou seja, a partir da altura em que o deslocamento tangencial ocorre sem variação da tensão tangencial. Estes quatro pares permitem calcular os parâmetros de resistência de acordo com o critério de Coulomb: coesão aparente c e ângulo de atrito φ , Fig. 30 (c). A partir dos gráficos $\delta_n - \delta_t$, Fig. 30 (d), podem ser calculados os parâmetros de dilatância, em que $\tan i$ é a dilatância e i o ângulo de dilatância, a partir da seguinte equação:

$$\tan i = -\frac{\delta_n}{\delta_t} \quad (20)$$

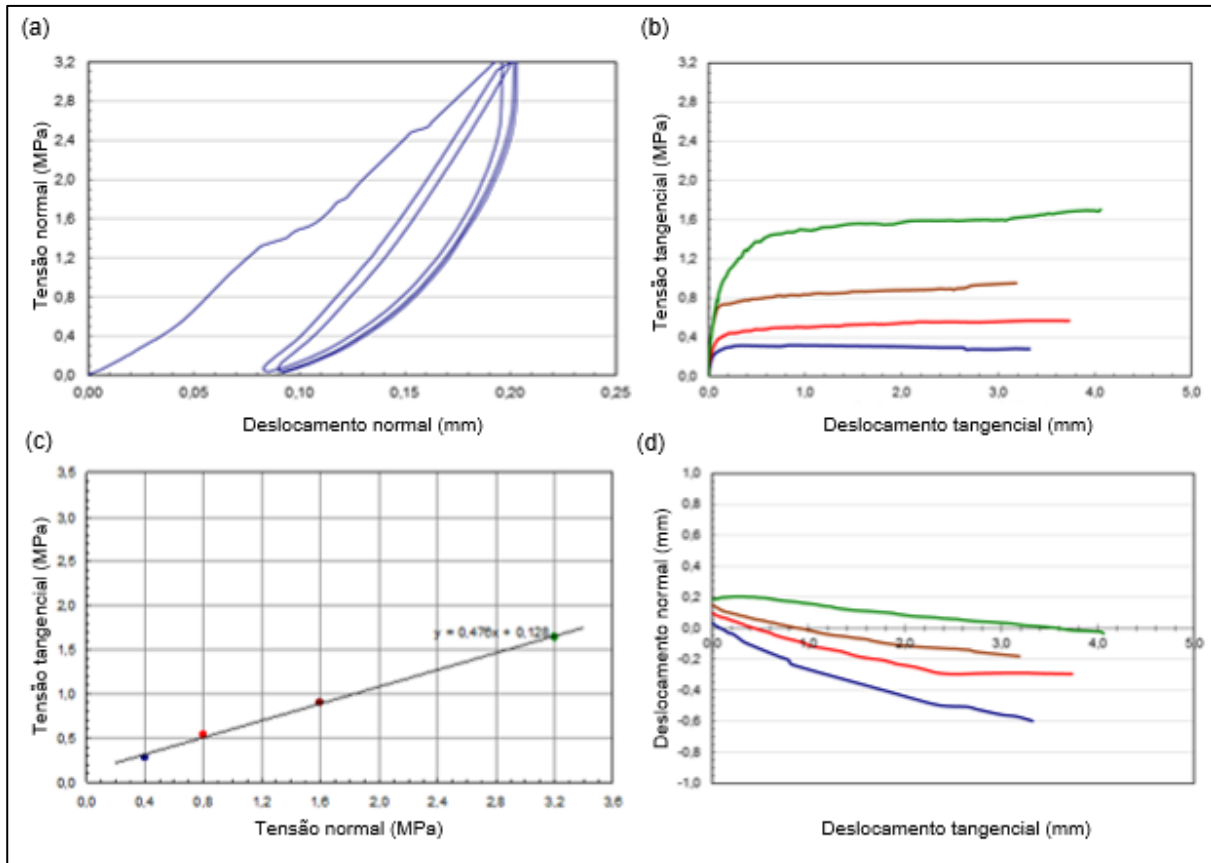


Fig. 30 - Resultados dos ensaios de diaclases: (a) Tensão normal – Deslocamento normal; (b) Tensão tangencial – Deslocamento tangencial; (c) Tensão tangencial – Tensão normal; (d) Deslocamento normal – Deslocamento tangencial

3.2. RESULTADOS

No presente trabalho são analisados resultados de 332 ensaios de deslizamento de diaclases, de 18 locais diferentes, com litologias distintas, identificados na Tabela 2. A maioria dos ensaios (cerca de 2/3) referem-se a diaclases de maciços graníticos, sendo os restantes de diversas litologias provenientes de maciços metamórficos.

Os resultados destes 18 conjuntos de ensaios apresentam-se nas Figuras e tabelas seguintes. Para cada conjunto são apresentadas duas Figuras e uma tabela. A primeira Figura refere-se aos valores da tensão tangencial em função da tensão normal obtidos em cada um dos quatro deslizamentos que constituem cada ensaio; a segunda Figura contém os valores da dilatância em função da tensão normal para os mesmos deslizamentos. Nestas Figuras encontram-se representados ainda os valores médios para cada tensão normal da tensão tangencial resistente e da dilatância, bem como uma aproximação linear para a tensão tangencial (correspondente a uma envolvente de Mohr-Coulomb), e uma aproximação exponencial para a dilatância. Os valores destas aproximações encontram-se nas tabelas correspondentes a cada conjunto de ensaios. Os valores numéricos que permitiram construir os gráficos destas Figuras encontram-se nas tabelas do Anexo A.

Tabela 2 - Características dos provetes ensaiados

Conjunto	Litologia	Número de provetes	Designação dos provetes
A	Quartzo filito e micaxisto	26	A484-A509
B1	Xisto e xisto listrado	17	B514-B516; B518-B520; B523-B526; B529-B530; B532-B533; B535-B537
B2	Grauvaque	14	B517; B521-B522; B527-B528; B531; B538-B544
C	Metagrauvaque	22	C573-C594
D	Granito	20	D300-D309; D335-D337; D389-D395
E	Granito	18	D595-D608; D622-D625
F1	Granito	25	F21-F39; F116-118; F204-F206
F2	Metagrauvaque	3	F113-F115
G	Granito	11	G51-G61
H	Granito	15	H62-H76
I	Granito	18	I254-I271
J	Micaxisto	20	J626-J645
L	Granito	26	L123-L129; L135-L137; L140-L146; L247-L256
M	Granito	31	M1; M1A; M2; M4-M5; M7-M14; M16-M17; M19-M22; M26; M29-M37; M39-M40
N	Granito	18	D1-D18
O	Granito	17	O43; O47-O62
P	Granito	17	P1-P6; P8A-P8C; P9; P10A-P10B; P11A; P12A-P12B; P13-P14
Q	Granito	14	Q101-Q112; Q135-Q136

Na maioria dos conjuntos os deslizamentos foram executados sob tensões normais constantes de 0,4; 0,8; 1,6 e 3,2 MPa, mas, no caso do conjunto O, as tensões normais foram de 0,25; 0,5; 1,0 e 2,0 MPa e, no caso do conjunto P, foram 0,5; 1,0; 2,0 e 4,0 MPa. Em ambos os casos manteve-se a progressão geométrica de razão 2 entre as tensões normais de deslizamentos consecutivos, com o objetivo de procurar minimizar o efeito do desgaste entre cada deslizamento para a aproximação ao critério de Barton e Choubey (1977), pois o aumento dado à tensão normal procura compensar a diminuição da rugosidade da superfície. Utilizou-se estas diferentes gamas de tensões normais com o objetivo de cobrir as tensões que se prevê que ocorram no maciço rochoso nas zonas das fundações das respetivas obras.

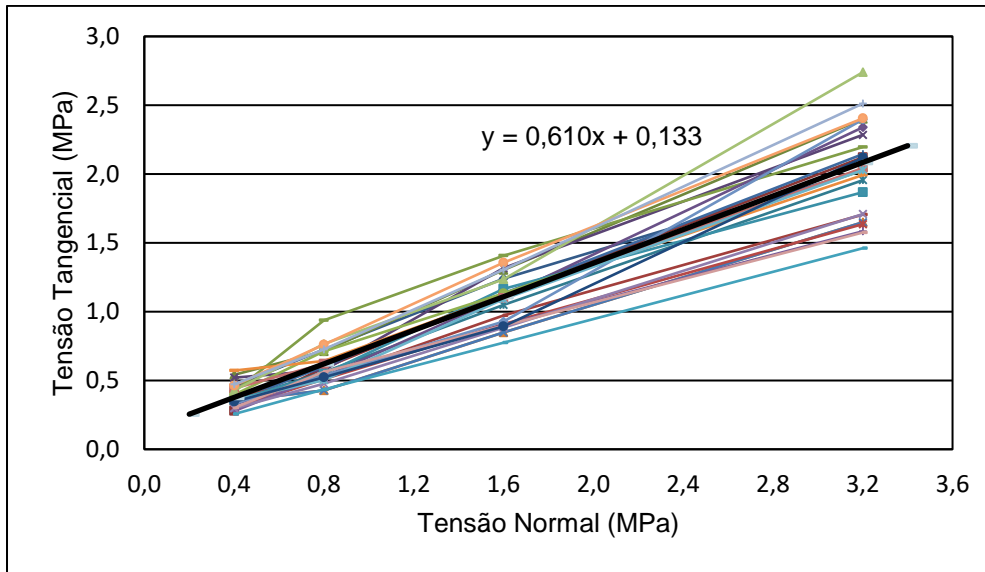


Fig. 31 - Resultados dos ensaios laboratoriais, $\tau - \sigma_n$, para o conjunto A (quartzo-filito e micaxisto)

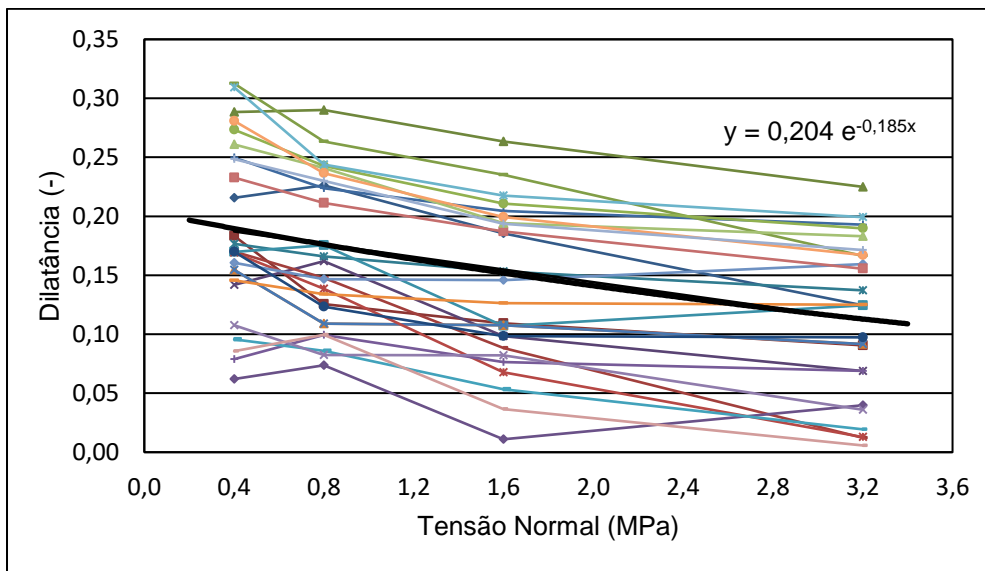


Fig. 32 - Resultados dos ensaios laboratoriais, $i - \sigma_n$, para o conjunto A (quartzo-filito e micaxisto)

Tabela 3 - Valores médios da tensão normal, tensão tangencial, dilatância e parâmetros do critério de Mohr-Coulomb, para o conjunto A

σ_n (MPa)	$\tau_{\text{médio}}$ (MPa)	$i_{\text{médio}}$ (-)		
0,4	0,377	0,187	c (MPa)	0,133
0,8	0,621	0,176	tg φ	0,610
1,6	1,108	0,155	φ (°)	31,4
3,2	2,084	0,112		

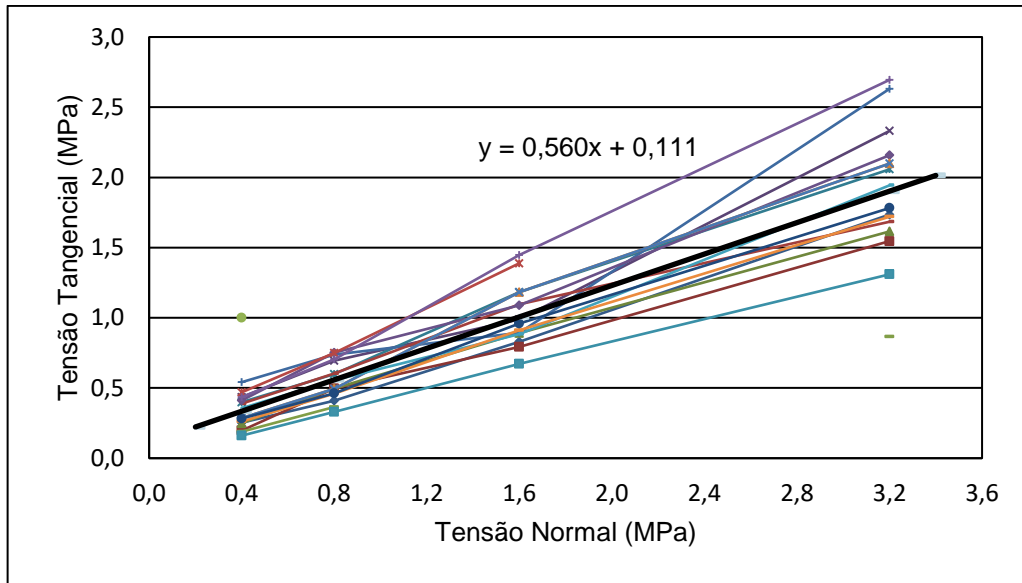


Fig. 33 - Resultados dos ensaios laboratoriais, $\tau - \sigma_n$, para o conjunto B1 (xisto e xisto listrado)

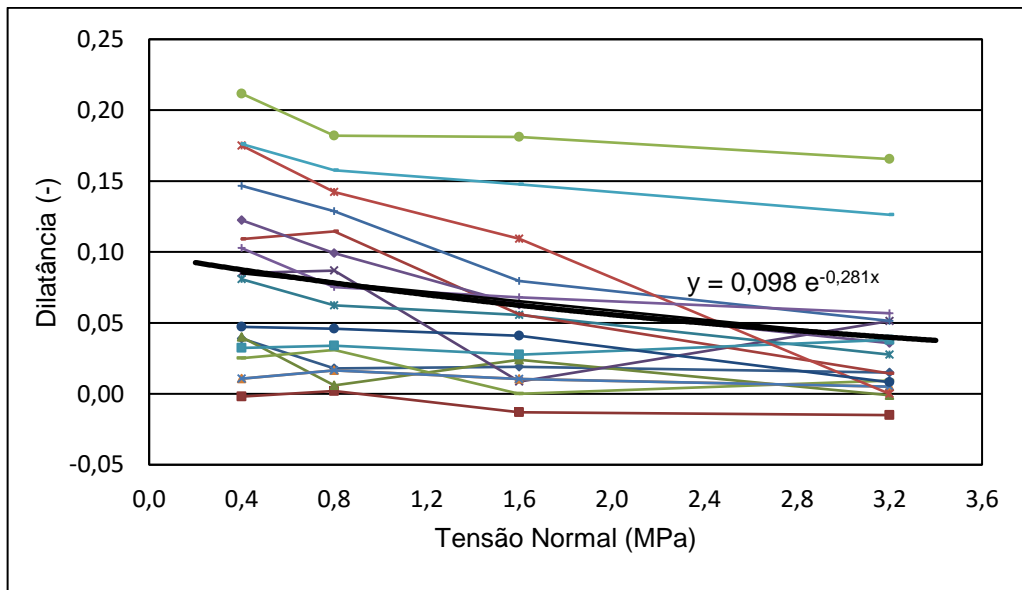


Fig. 34 - Resultados dos ensaios laboratoriais, $i - \sigma_n$, para o conjunto B1 (xisto e xisto listrado)

Tabela 4 - Valores médios da tensão normal, tensão tangencial, dilatância e parâmetros do critério de Mohr-Coulomb, para o conjunto B1

σ_n (MPa)	$\tau_{\text{médio}}$ (MPa)	$i_{\text{médio}}$ (-)		
0,4	0,334	0,085	c (MPa)	0,111
0,8	0,558	0,078	tg φ	0,560
1,6	1,006	0,065	φ (°)	29,2
3,2	1,902	0,039		

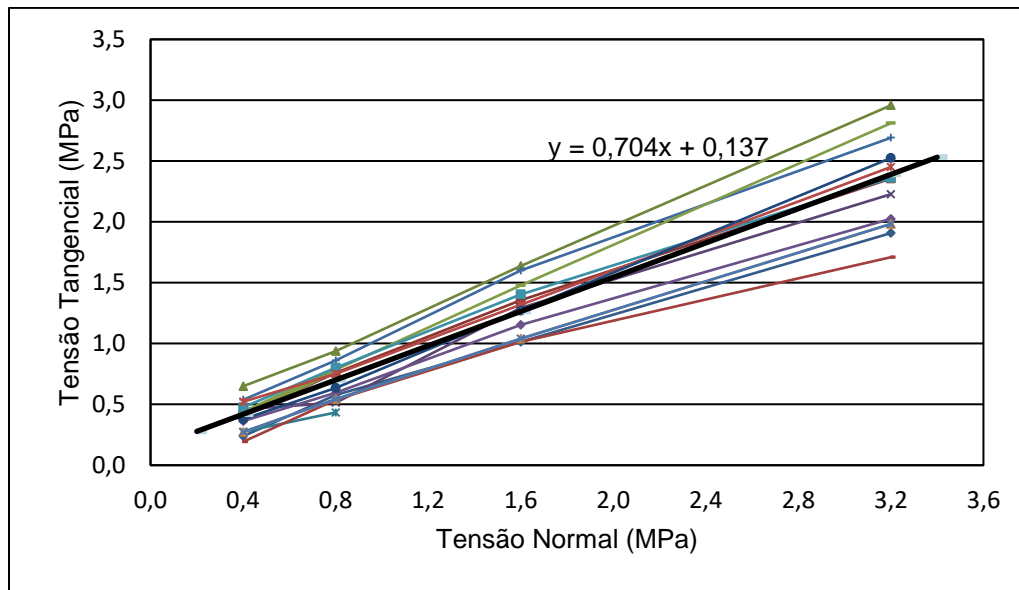


Fig. 35 - Resultados dos ensaios laboratoriais, $\tau - \sigma_n$, para o conjunto B2 (grauvaque)

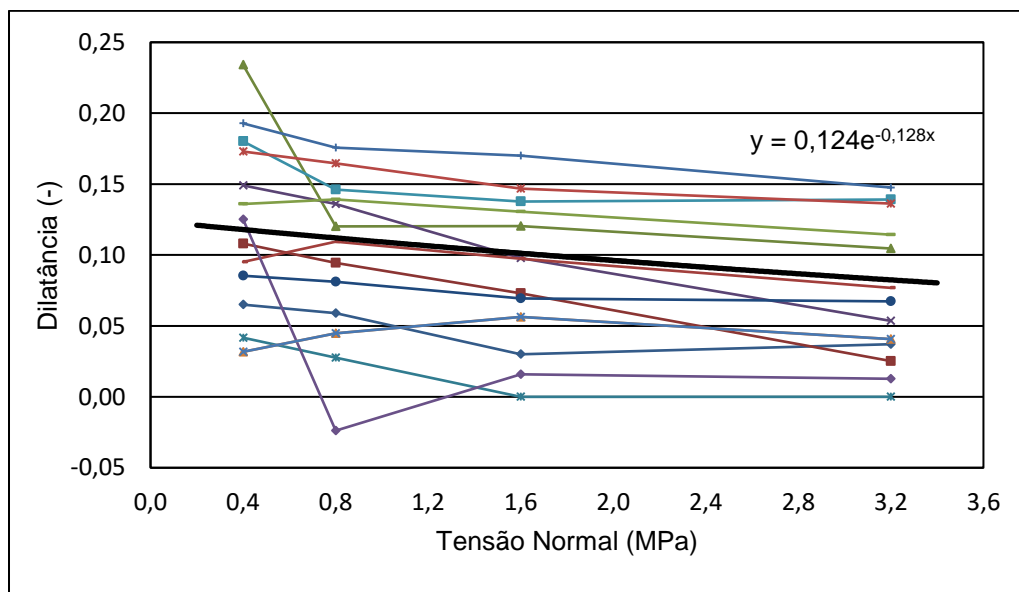


Fig. 36 - Resultados dos ensaios laboratoriais, $i - \sigma_n$, para o conjunto B2 (grauvaque)

Tabela 5 - Valores médios da tensão normal, tensão tangencial, dilatância e parâmetros do critério de Mohr-Coulomb, para o conjunto B2

σ_n (MPa)	$\tau_{\text{médio}}$ (MPa)	$i_{\text{médio}}$ (-)		
0,4	0,419	0,117	c (MPa)	0,137
0,8	0,700	0,112	tg φ	0,704
1,6	1,264	0,102	φ (°)	35,1
3,2	2,390	0,082		

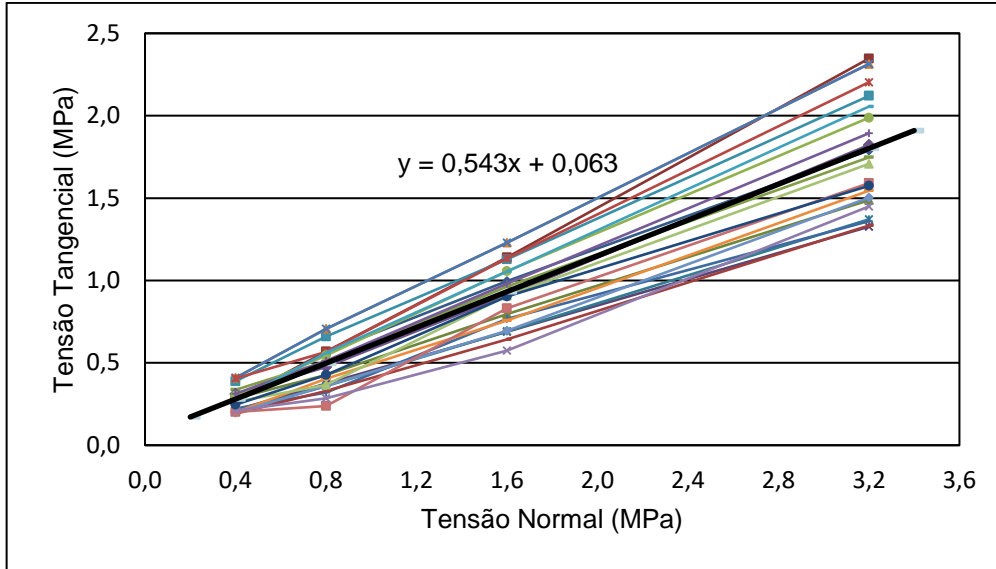


Fig. 37 - Resultados dos ensaios laboratoriais, $\tau - \sigma_n$, para o conjunto C (metagrauaque)

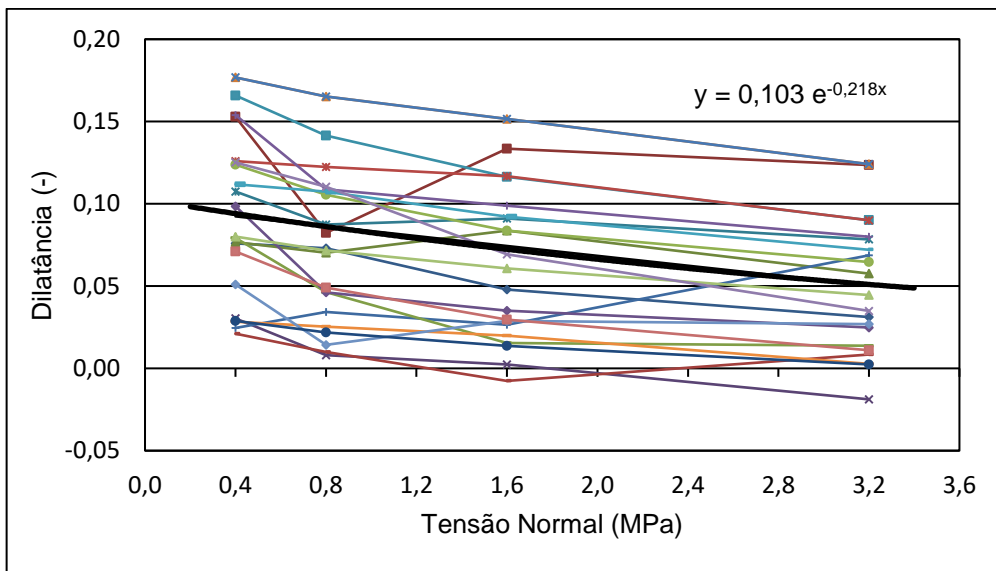


Fig. 38 - Resultados dos ensaios laboratoriais, $i - \sigma_n$, para o conjunto C (metagrauaque)

Tabela 6 - Valores médios da tensão normal, tensão tangencial, dilatância e parâmetros do critério de Mohr-Coulomb, para o conjunto C

σ_n (MPa)	$\tau_{\text{médio}}$ (MPa)	$i_{\text{médio}}$ (-)		
0,4	0,280	0,117	c (MPa)	0,063
0,8	0,497	0,112	$\text{tg } \varphi$	0,543
1,6	0,932	0,102	φ (°)	28,5
3,2	1,801	0,082		

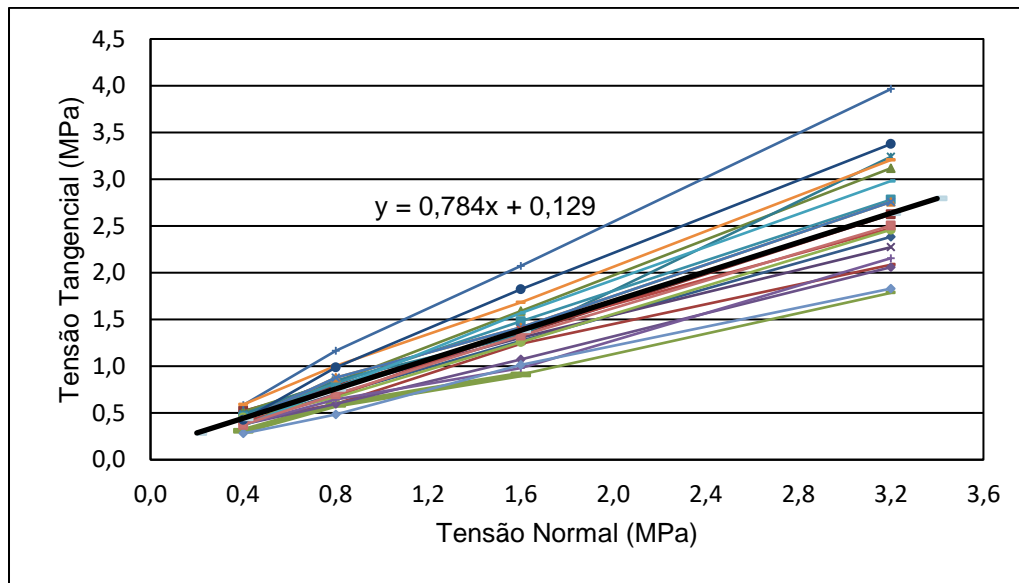


Fig. 39 - Resultados dos ensaios laboratoriais, $\tau - \sigma_n$, para o conjunto D (granito)

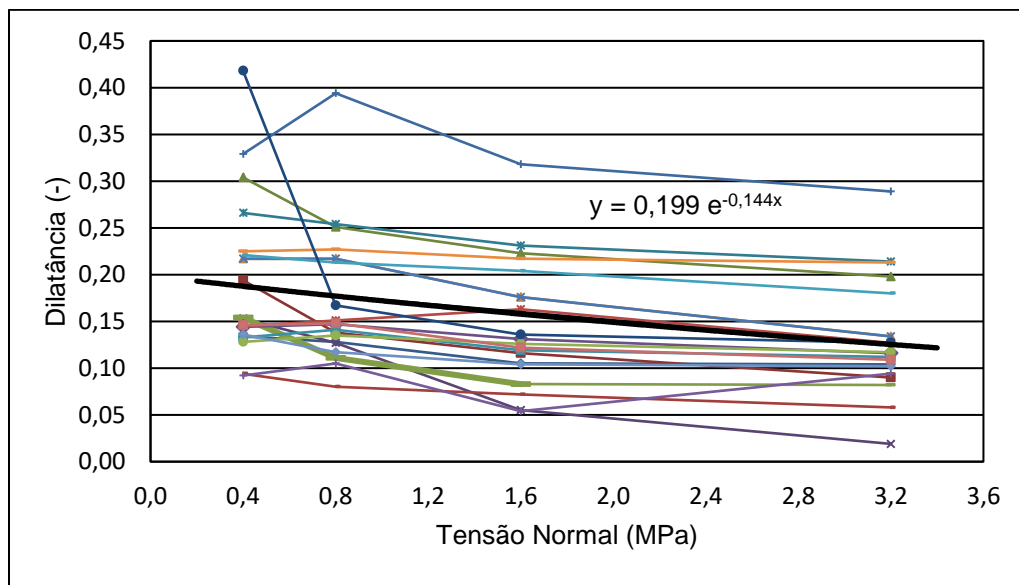


Fig. 40 - Resultados dos ensaios laboratoriais, $i - \sigma_n$, para o conjunto D (granito)

Tabela 7 - Valores médios da tensão normal, tensão tangencial, dilatância e parâmetros do critério de Mohr-Coulomb, para o conjunto D

σ_n (MPa)	$\tau_{\text{médio}}$ (MPa)	$i_{\text{médio}}$ (-)		
0,4	0,443	0,186	c (MPa)	0,129
0,8	0,756	0,177	$\text{tg } \varphi$	0,784
1,6	1,383	0,160	φ (°)	38,1
3,2	2,637	0,125		

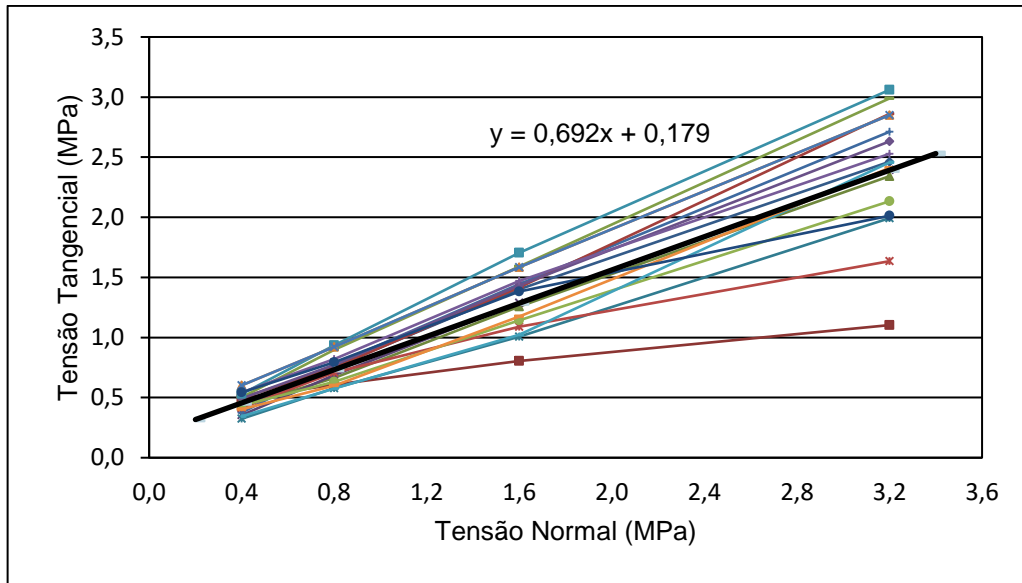


Fig. 41 - Resultados dos ensaios laboratoriais, $\tau - \sigma_n$, para o conjunto E (granito)

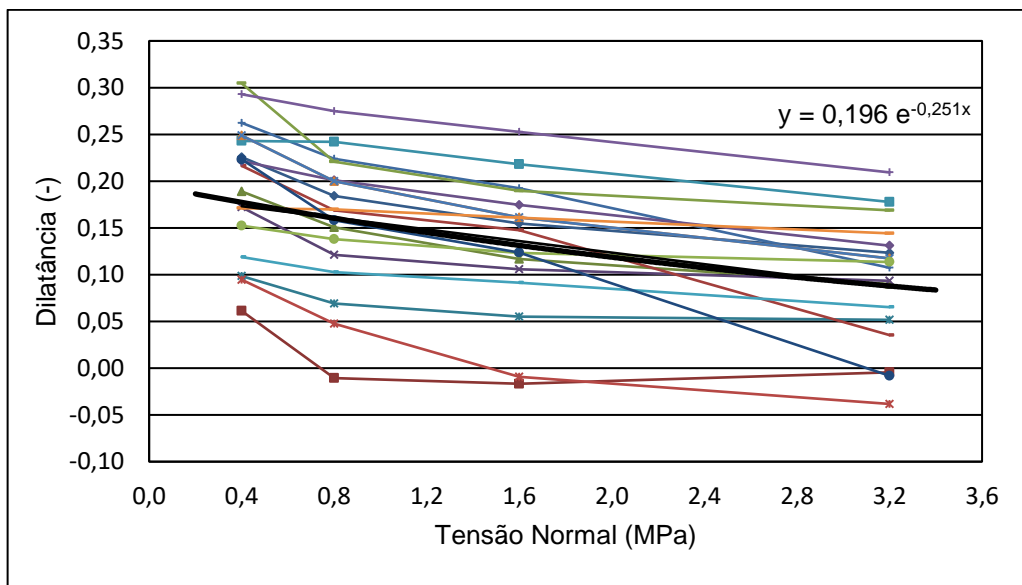


Fig. 42 - Resultados dos ensaios laboratoriais, $i - \sigma_n$, para o conjunto E (granito)

Tabela 8 - Valores médios da tensão normal, tensão tangencial, dilatância e parâmetros do critério de Mohr-Coulomb, para o conjunto E

σ_n (MPa)	$\tau_{\text{médio}}$ (MPa)	$i_{\text{médio}}$ (-)		
0,4	0,456	0,173	c (MPa)	0,179
0,8	0,732	0,161	tg φ	0,692
1,6	1,285	0,136	φ (°)	34,7
3,2	2,392	0,086		

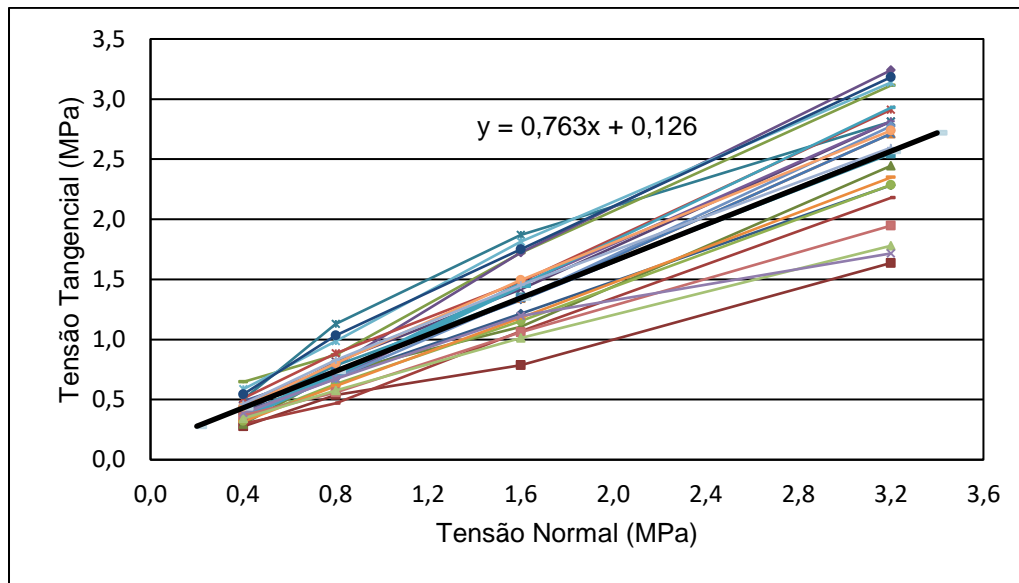


Fig. 43 - Resultados dos ensaios laboratoriais, $\tau - \sigma_n$, para o conjunto F1 (granito)

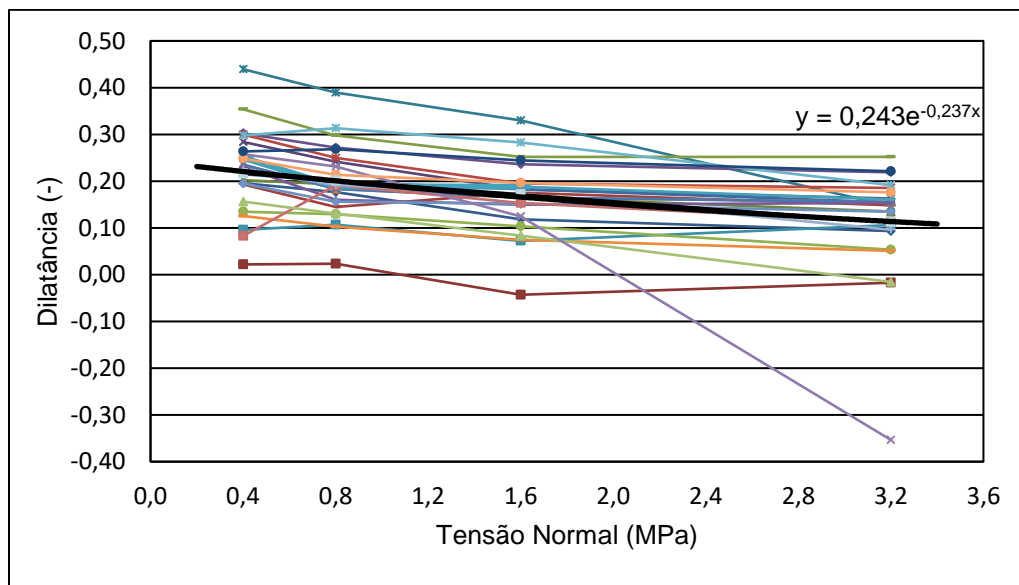


Fig. 44 - Resultados dos ensaios laboratoriais, $i - \sigma_n$, para o conjunto F1 (granito)

Tabela 9 - Valores médios da tensão normal, tensão tangencial, dilatância e parâmetros do critério de Mohr-Coulomb, para o conjunto F1

σ_n (MPa)	$\tau_{\text{médio}}$ (MPa)	$i_{\text{médio}}$ (-)		
0,4	0,431	0,216	c (MPa)	0,126
0,8	0,736	0,201	tg φ	0,763
1,6	1,346	0,172	φ (°)	37,3
3,2	2,566	0,112		

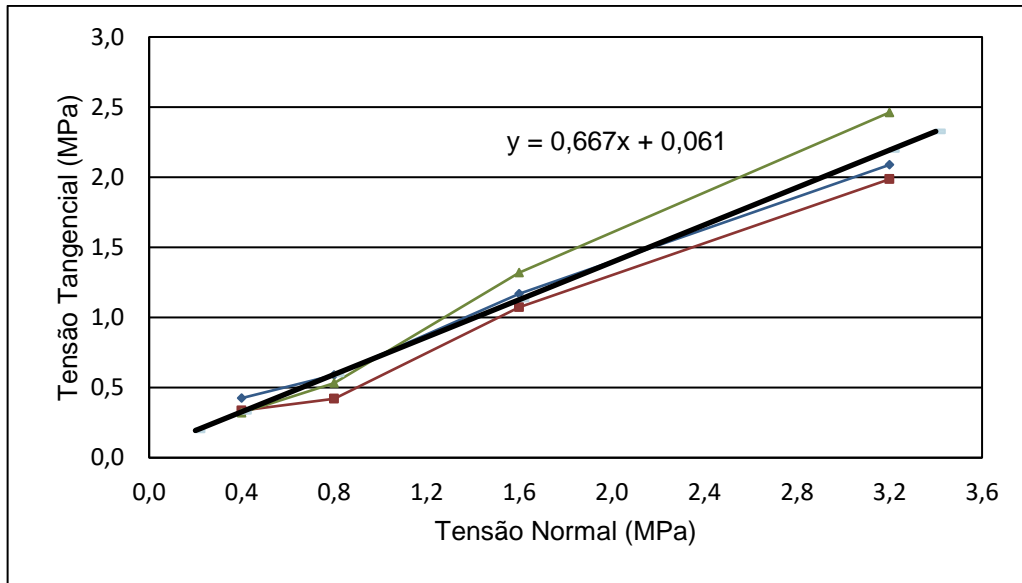


Fig. 45 - Resultados dos ensaios laboratoriais, $\tau - \sigma_n$, para o conjunto F2 (metagrauaque)

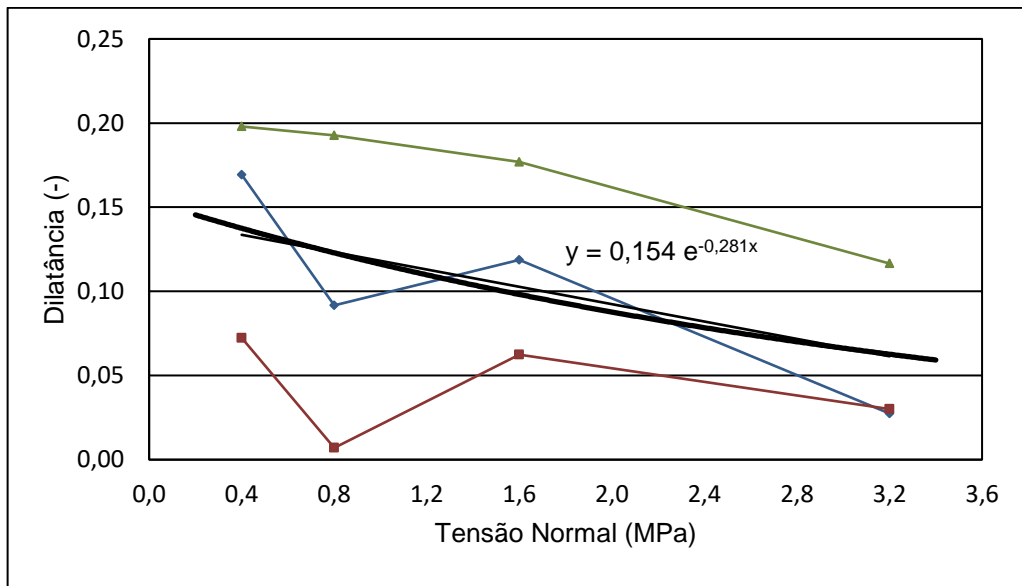


Fig. 46 - Resultados dos ensaios laboratoriais, $i - \sigma_n$, para o conjunto F2 (metagrauaque)

Tabela 10 - Valores médios da tensão normal, tensão tangencial, dilatância e parâmetros do critério de Mohr-Coulomb, para o conjunto F2

σ_n (MPa)	$\tau_{\text{médio}}$ (MPa)	$i_{\text{médio}}$ (-)		
0,4	0,327	0,134	c (MPa)	0,061
0,8	0,594	0,123	tg φ	0,667
1,6	1,127	0,103	φ (°)	33,7
3,2	2,194	0,061		

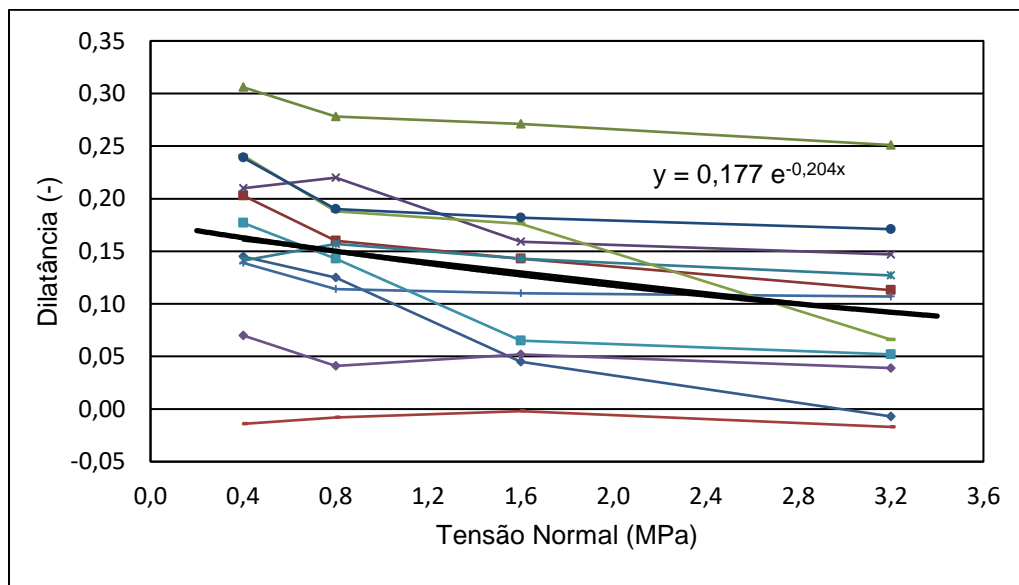
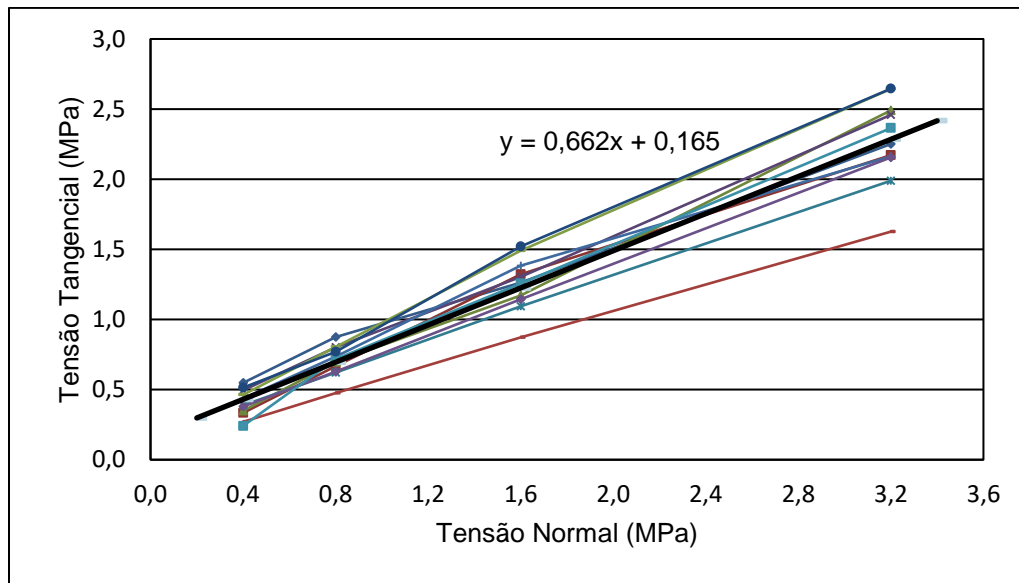


Tabela 11 - Valores médios da tensão normal, tensão tangencial, dilatância e parâmetros do critério de Mohr-Coulomb para o conjunto G

σ_n (MPa)	$\tau_{\text{médio}}$ (MPa)	$i_{\text{médio}}$ (-)		
0,4	0,430	0,160	c (MPa)	0,165
0,8	0,695	0,150	$\text{tg } \varphi$	0,662
1,6	1,225	0,131	φ (°)	33,5
3,2	2,285	0,091		

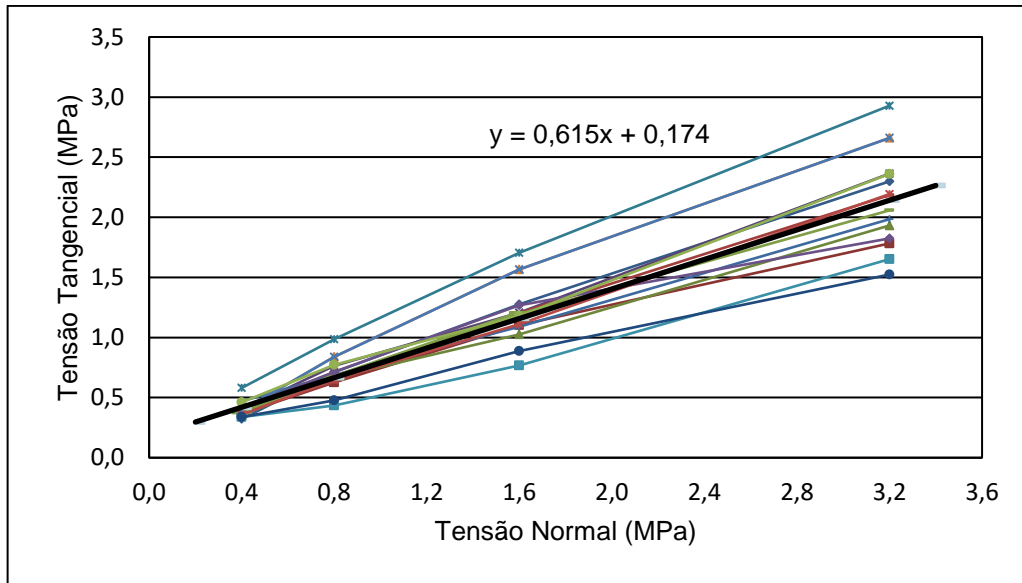


Fig. 49 - Resultados dos ensaios laboratoriais, $\tau - \sigma_n$, para o conjunto H (granito)

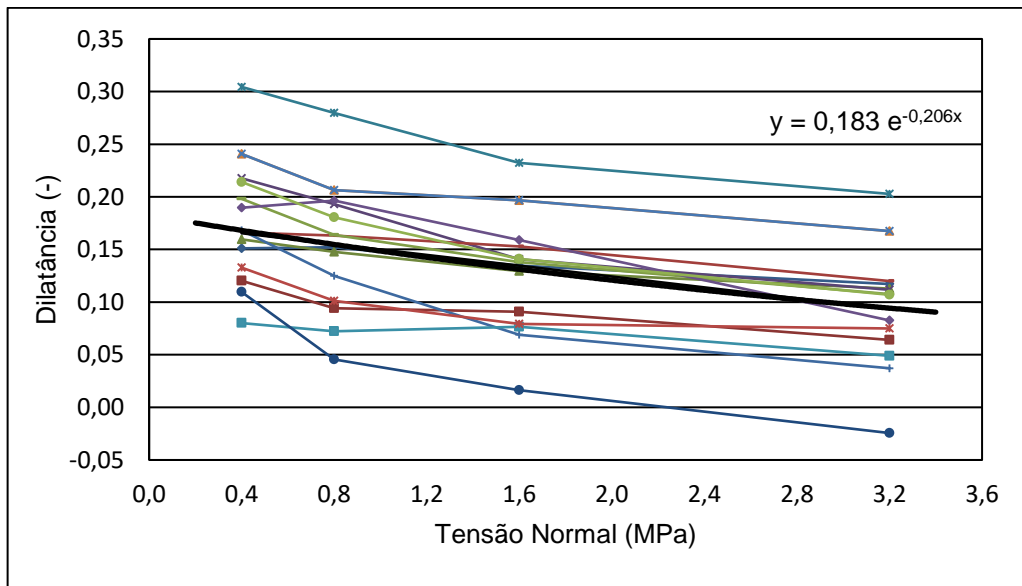


Fig. 50 - Resultados dos ensaios laboratoriais, $i - \sigma_n$, para o conjunto H (granito)

Tabela 12 - Valores médios da tensão normal, tensão tangencial, dilatância e parâmetros do critério de Mohr-Coulomb, para o conjunto H

σ_n (MPa)	$\tau_{\text{médio}}$ (MPa)	$i_{\text{médio}}$ (-)		
0,4	0,420	0,165	c (MPa)	0,174
0,8	0,666	0,155	tg φ	0,615
1,6	1,158	0,134	φ (°)	31,6
3,2	2,142	0,093		

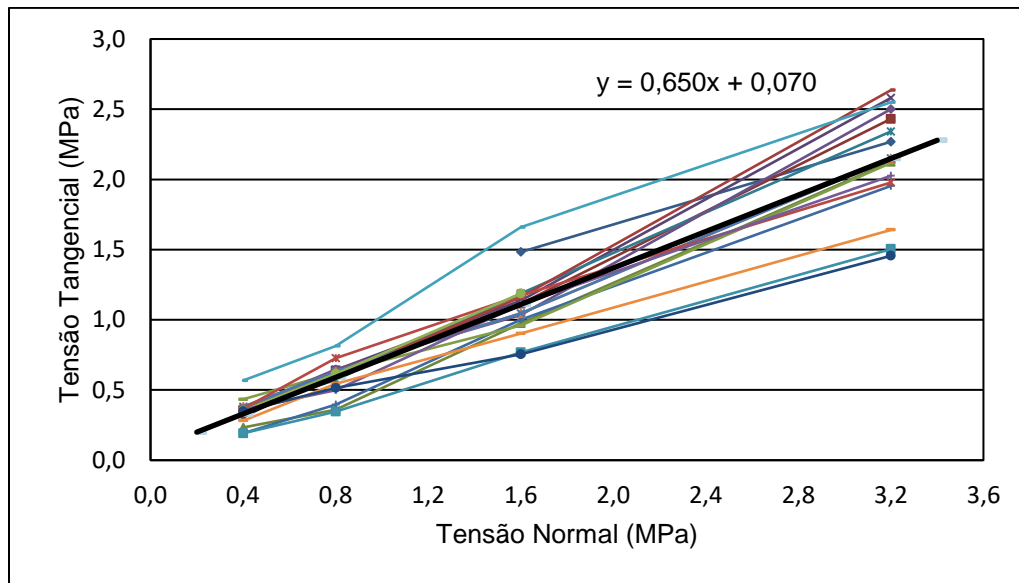


Fig. 51 - Resultados dos ensaios laboratoriais, $\tau - \sigma_n$, para o conjunto I (granito)

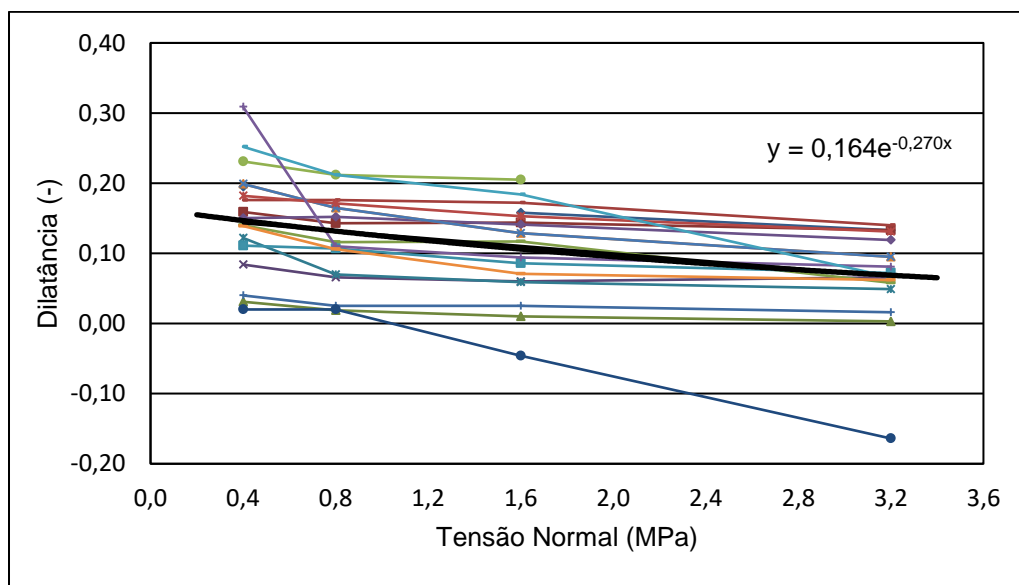


Fig. 52 - Resultados dos ensaios laboratoriais, $i - \sigma_n$, para o conjunto I (granito)

Tabela 13 - Valores médios da tensão normal, tensão tangencial, dilatância e parâmetros do critério de Mohr-Coulomb para o conjunto I

σ_n (MPa)	$\tau_{\text{médio}}$ (MPa)	$i_{\text{médio}}$ (-)		
0,4	0,330	0,143	c (MPa)	0,070
0,8	0,590	0,132	$\text{tg } \varphi$	0,650
1,6	1,109	0,111	φ (°)	33,0
3,2	2,149	0,068		

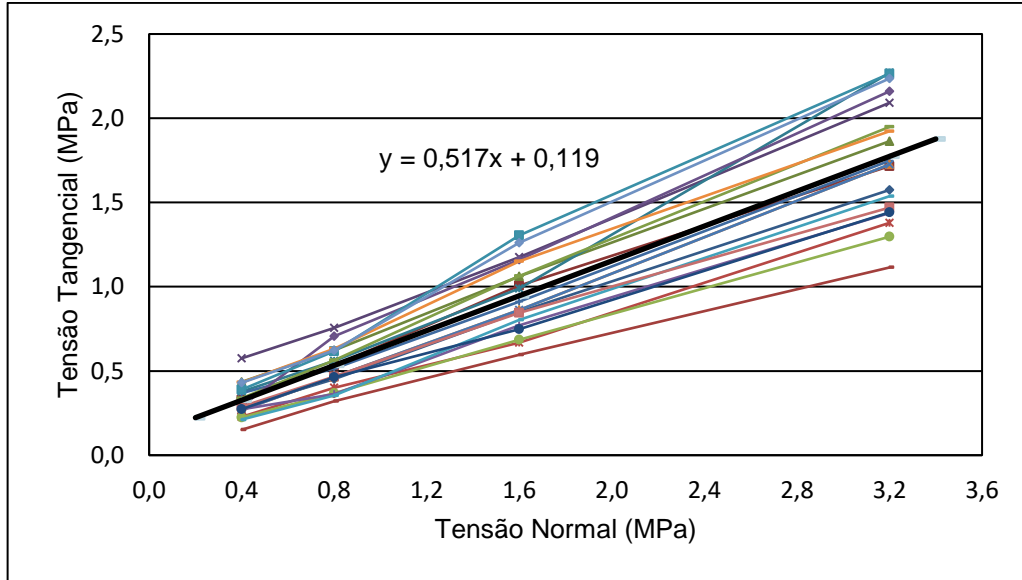


Fig. 53 - Resultados dos ensaios laboratoriais, $\tau - \sigma_n$, para o conjunto J (micaxisto)

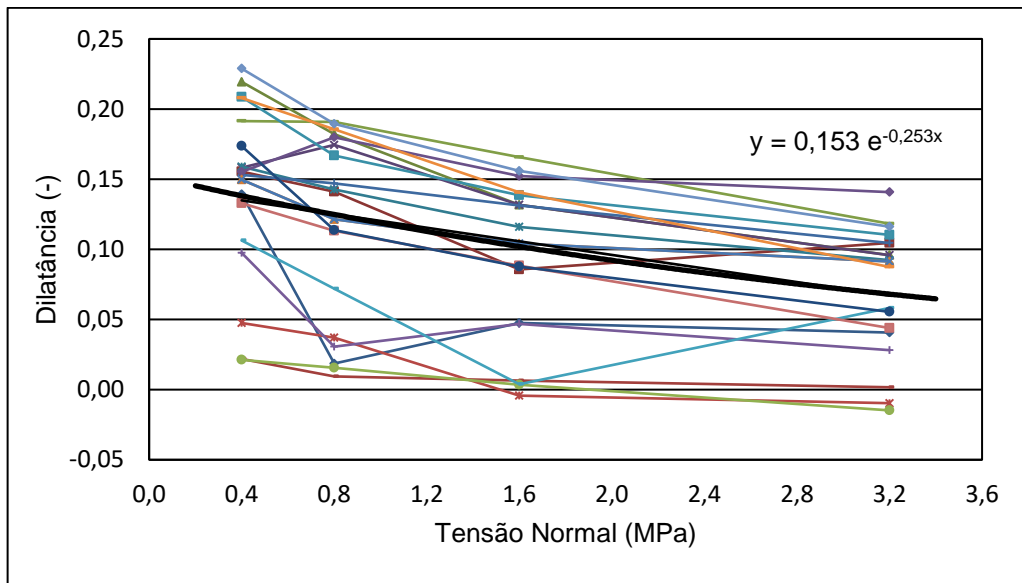


Fig. 54 - Resultados dos ensaios laboratoriais, $i - \sigma_n$, para o conjunto J (micaxisto)

Tabela 14 - Valores médios da tensão normal, tensão tangencial, dilatância e parâmetros do critério de Mohr-Coulomb, para o conjunto J

σ_n (MPa)	$\tau_{\text{médio}}$ (MPa)	$i_{\text{médio}}$ (-)		
0,4	0,326	0,135	c (MPa)	0,119
0,8	0,533	0,125	tg φ	0,517
1,6	0,947	0,106	φ (°)	27,3
3,2	1,774	0,067		

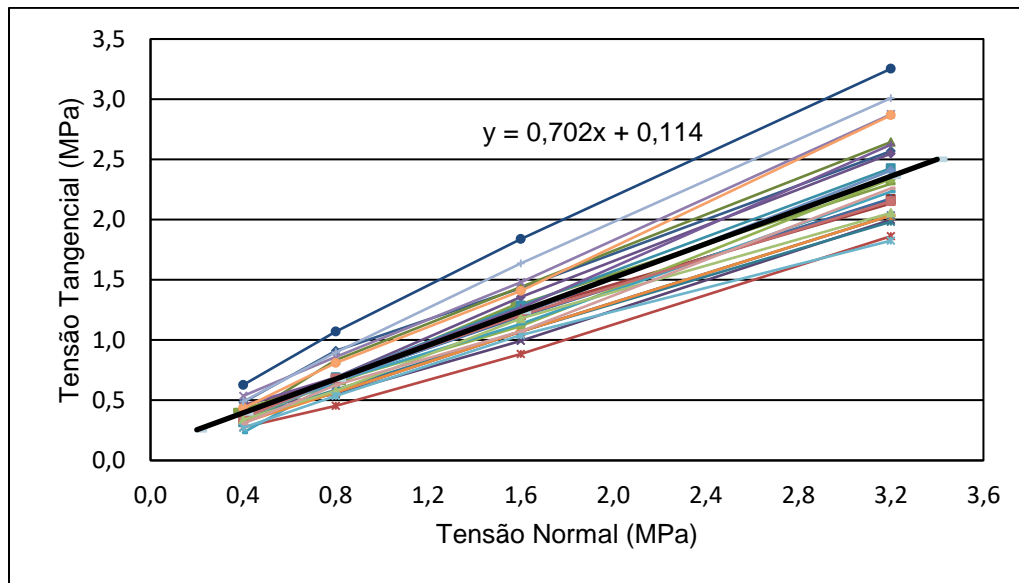


Fig. 55 - Resultados dos ensaios laboratoriais, $\tau - \sigma_n$, para o conjunto L (granito)

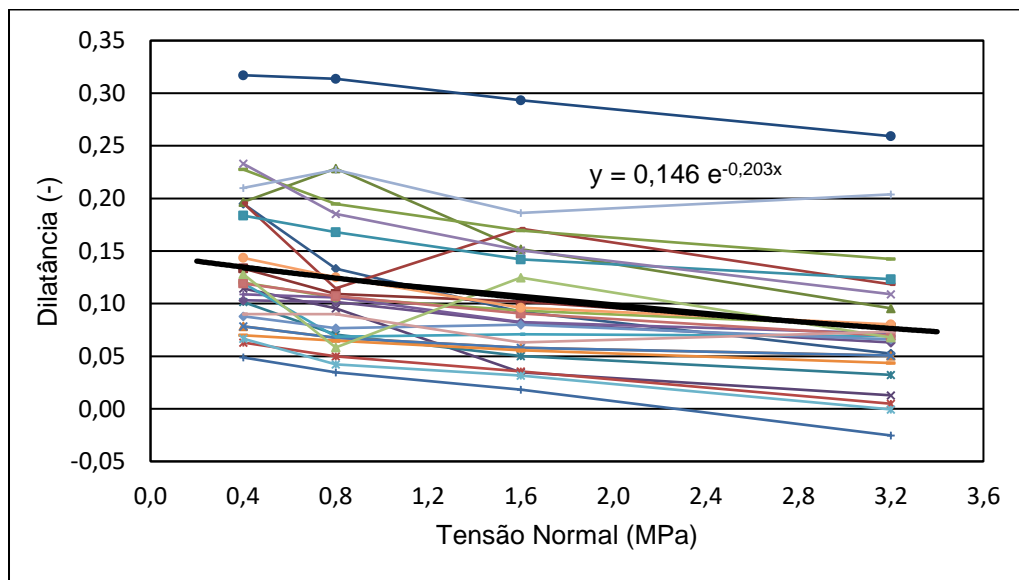


Fig. 56 - Resultados dos ensaios laboratoriais, $i - \sigma_n$, para o conjunto L (granito)

Tabela 15 - Valores médios da tensão normal, tensão tangencial, dilatância e parâmetros do critério de Mohr-Coulomb, para o conjunto L

σ_n (MPa)	$\tau_{\text{médio}}$ (MPa)	$i_{\text{médio}}$ (-)		
0,4	0,395	0,133	c (MPa)	0,114
0,8	0,676	0,125	tg φ	0,702
1,6	1,237	0,108	φ (°)	35,1
3,2	2,361	0,076		

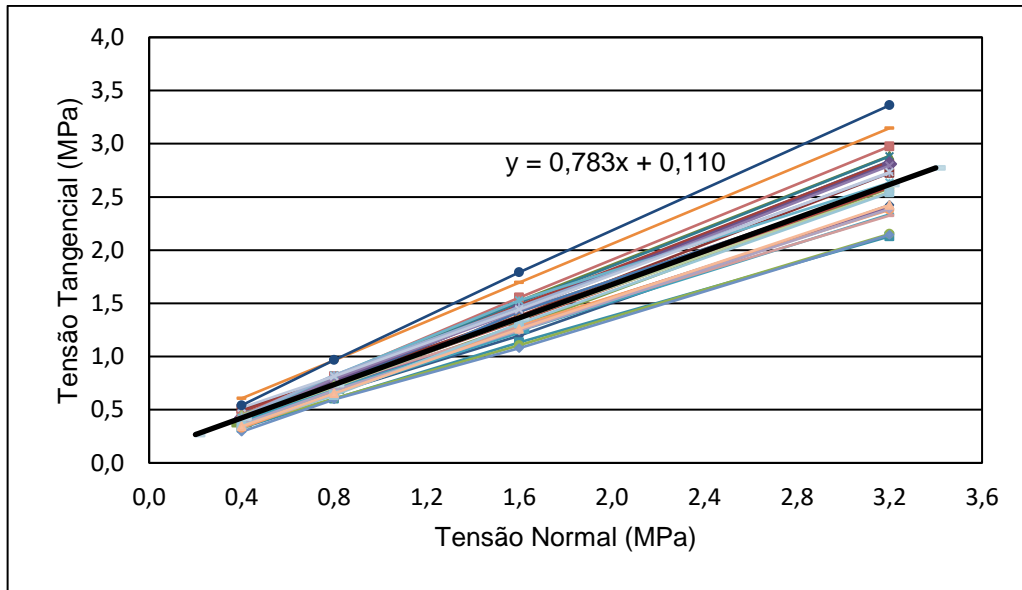


Fig. 57 - Resultados dos ensaios laboratoriais, $\tau - \sigma_n$, para o conjunto M (granito)

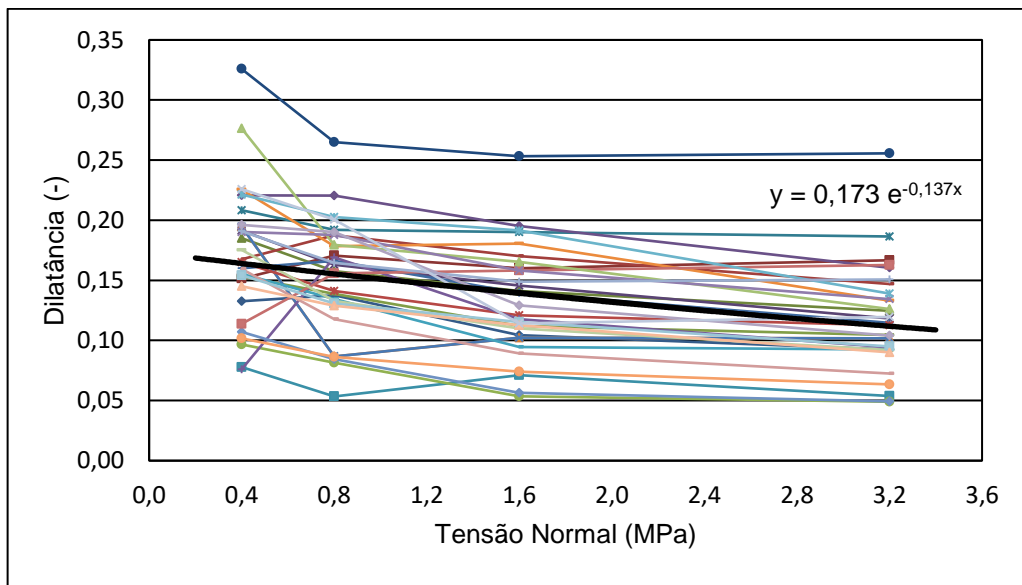


Fig. 58 - Resultados dos ensaios laboratoriais, $i - \sigma_n$, para o conjunto M (granito)

Tabela 16 - Valores médios da tensão normal, tensão tangencial, dilatância e parâmetros do critério de Mohr-Coulomb, para o conjunto M

σ_n (MPa)	$\tau_{\text{médio}}$ (MPa)	$i_{\text{médio}}$ (-)		
0,4	0,423	0,163	c (MPa)	0,110
0,8	0,736	0,155	tg φ	0,783
1,6	1,363	0,141	φ (°)	38,1
3,2	2,616	0,111		

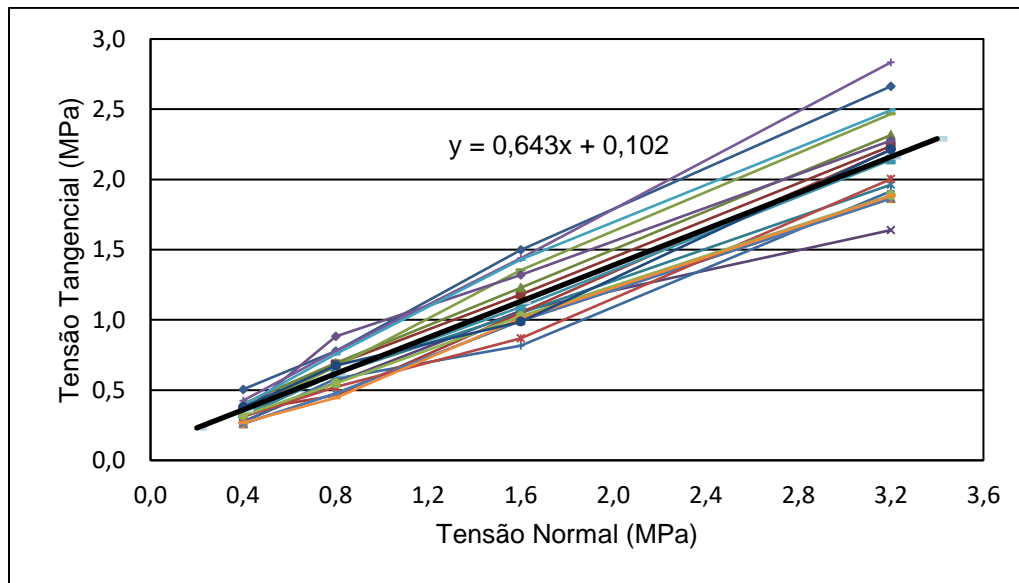


Fig. 59 - Resultados dos ensaios laboratoriais, $\tau - \sigma_n$, para o conjunto N (granito)

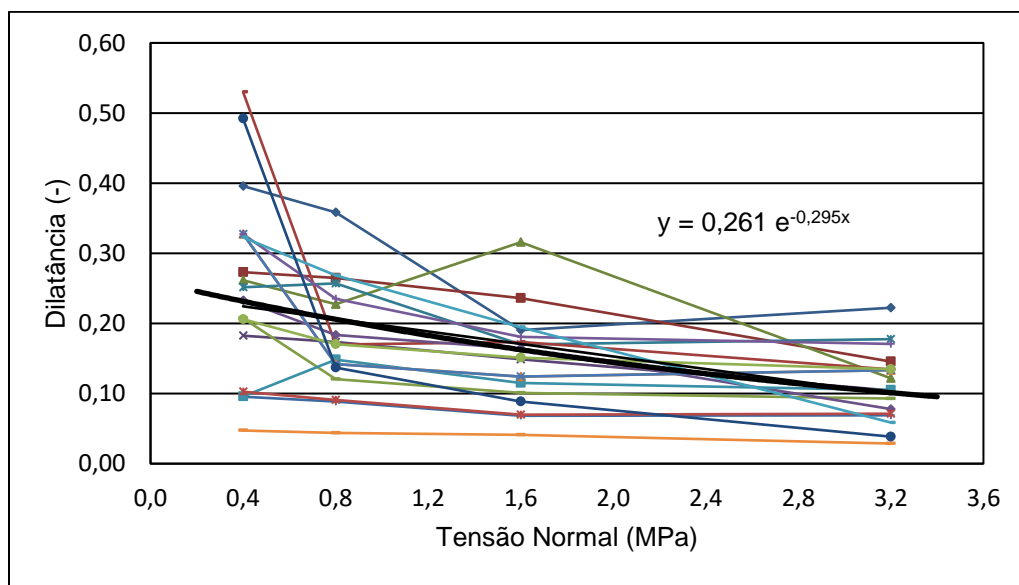


Fig. 60 - Resultados dos ensaios laboratoriais, $i - \sigma_n$, para o conjunto N (granito)

Tabela 17 - Valores médios da tensão normal, tensão tangencial, dilatância e parâmetros do critério de Mohr-Coulomb para o conjunto N

σ_n (MPa)	$\tau_{\text{médio}}$ (MPa)	$i_{\text{médio}}$ (-)		
0,4	0,359	0,224	c (MPa)	0,102
0,8	0,617	0,206	$\text{tg } \varphi$	0,643
1,6	1,132	0,171	φ (°)	32,8
3,2	2,161	0,099		

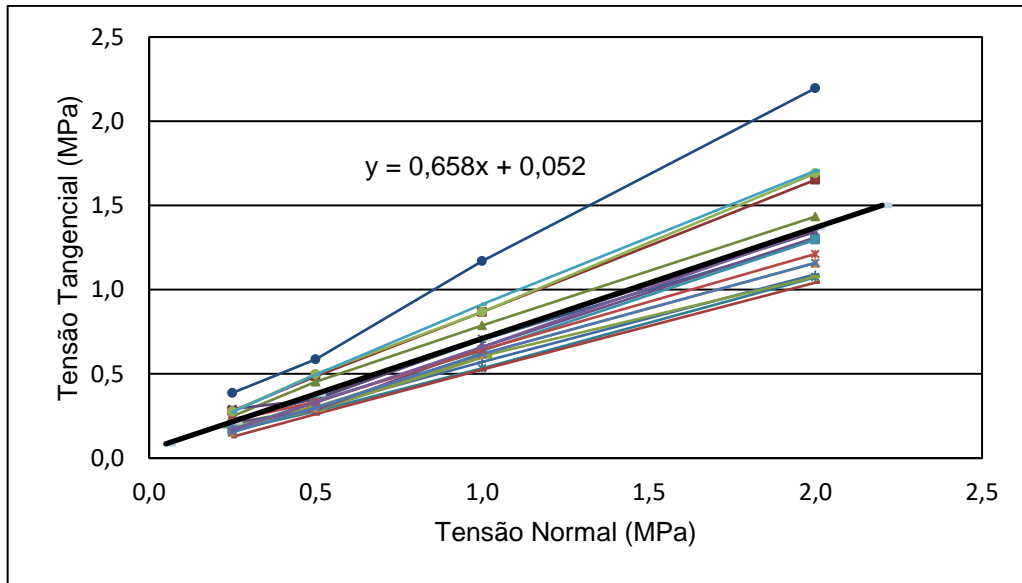


Fig. 61 - Resultados dos ensaios laboratoriais, $\tau - \sigma_n$, para o conjunto O (granito)

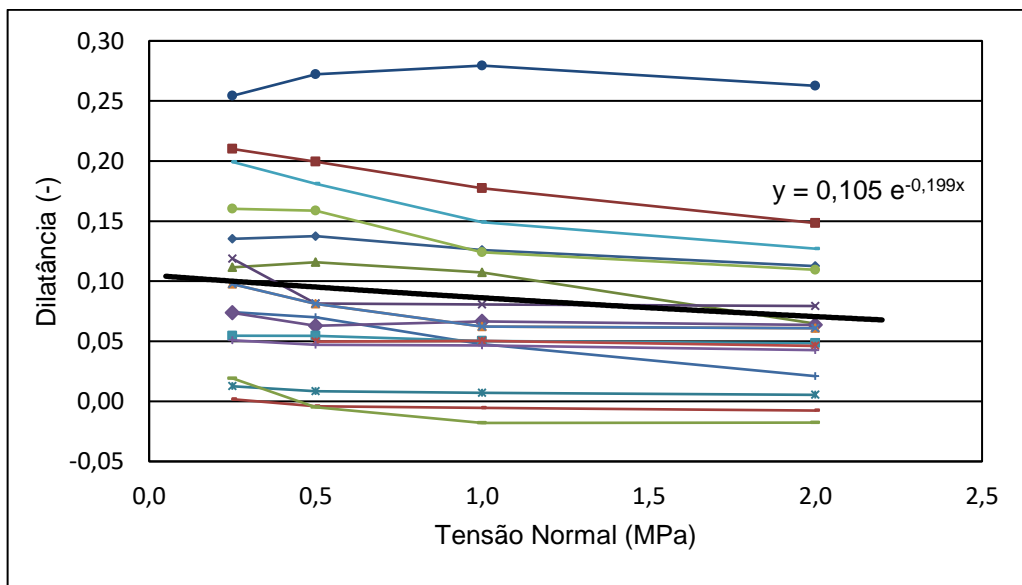


Fig. 62 - Resultados dos ensaios laboratoriais, $i - \sigma_n$, para o conjunto O (granito)

Tabela 18 - Valores médios da tensão normal, tensão tangencial, dilatância e parâmetros do critério de Mohr-Coulomb, para o conjunto O

σ_n (MPa)	$\tau_{\text{médio}}$ (MPa)	$i_{\text{médio}}$ (-)		
0,25	0,216	0,099	c (MPa)	0,052
0,50	0,381	0,095	tg φ	0,658
1,00	0,710	0,087	φ (°)	33,4
2,00	1,369	0,070		

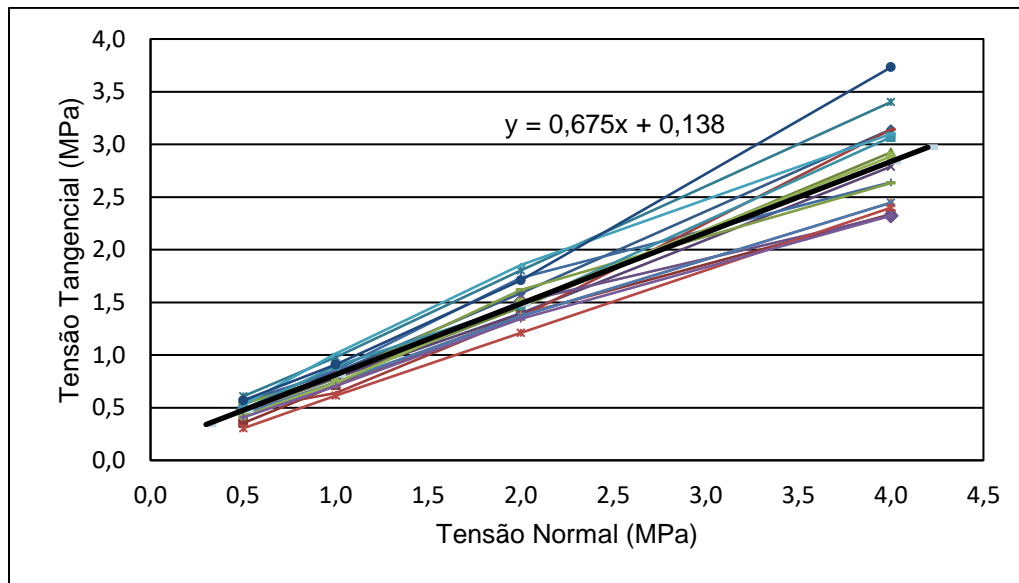


Fig. 63 - Resultados dos ensaios laboratoriais, $\tau - \sigma_n$, para o conjunto P (granito)

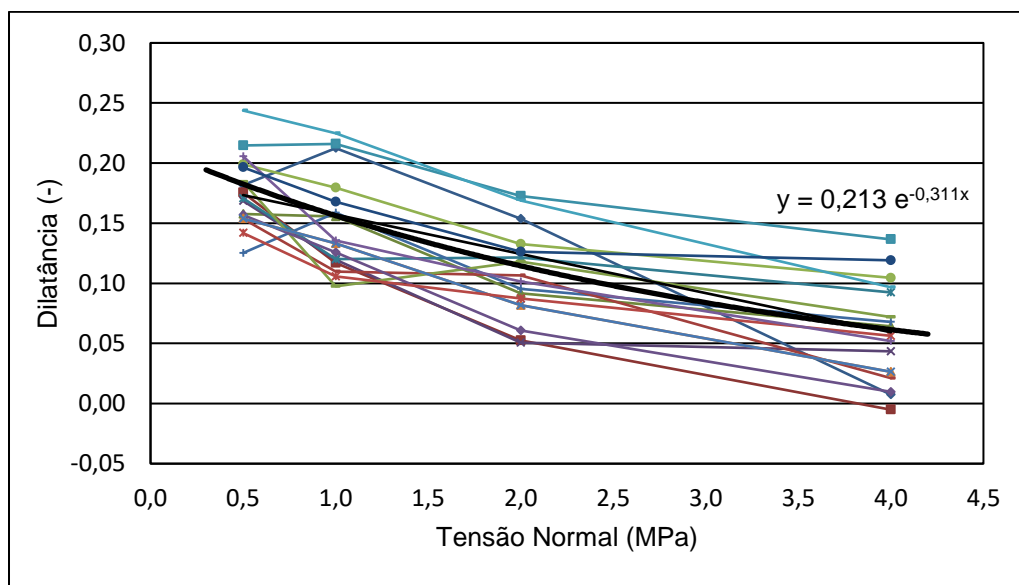


Fig. 64 - Resultados dos ensaios laboratoriais, $i - \sigma_n$, para o conjunto P (granito)

Tabela 19 - Valores médios da tensão normal, tensão tangencial, dilatância e parâmetros do critério de Mohr-Coulomb, para o conjunto P

σ_n (MPa)	$\tau_{\text{médio}}$ (MPa)	$i_{\text{médio}}$ (-)		
0,5	0,475	0,173	c (MPa)	0,138
1,0	0,812	0,157	tg φ	0,675
2,0	1,487	0,125	φ (°)	34,0
4,0	2,837	0,059		

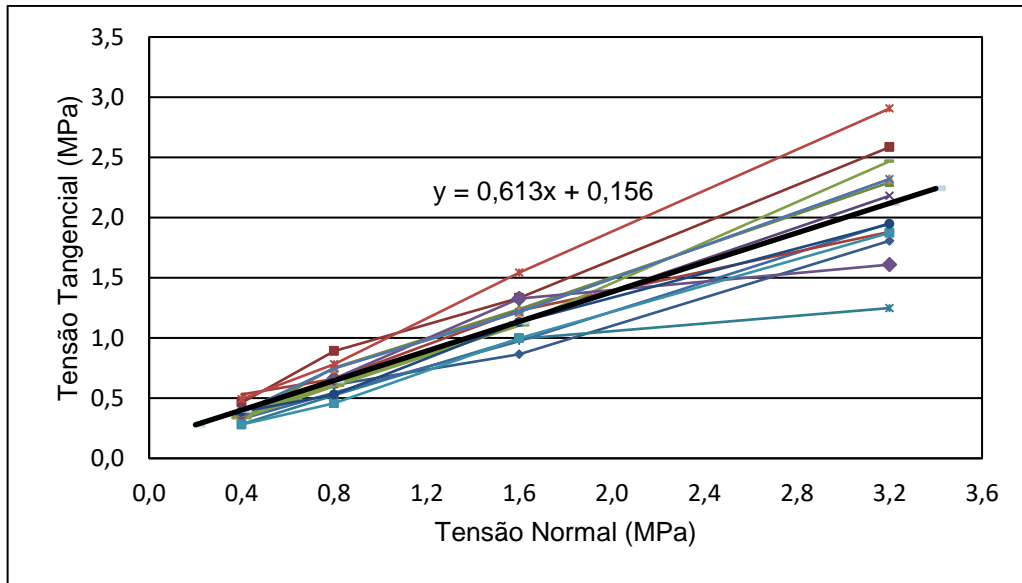


Fig. 65 - Resultados dos ensaios laboratoriais, $\tau - \sigma_n$, para o conjunto Q (granito)

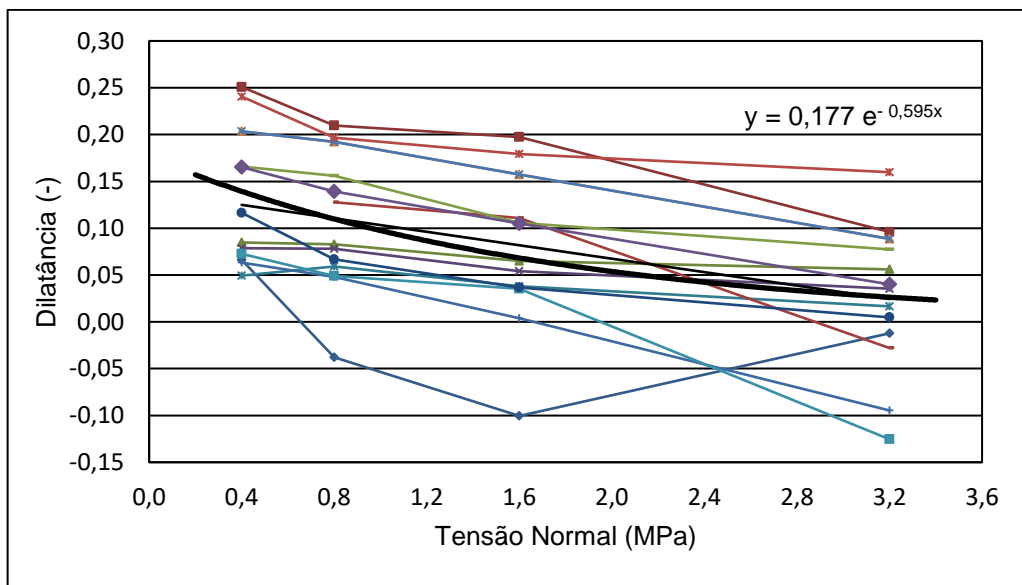


Fig. 66 - Resultados dos ensaios laboratoriais, $i - \sigma_n$, para o conjunto Q (granito)

Tabela 20 - Valores médios da tensão normal, tensão tangencial, dilatância e parâmetros do critério de Mohr-Coulomb, para o conjunto Q

σ_n (MPa)	$\tau_{\text{médio}}$ (MPa)	$i_{\text{médio}}$ (-)		
0,4	0,401	0,125	c (MPa)	0,156
0,8	0,646	0,111	tg φ	0,613
1,6	1,137	0,082	φ (°)	31,5
3,2	2,119	0,024		

Uma análise sumária dos gráficos destes conjuntos de ensaios mostra que, em cada ensaio, a relação entre a tensão tangencial resistente e a respetiva tensão normal é aproximadamente linear e que, na maioria dos casos, apresenta uma coesão aparente (interseção com o eixo das ordenadas) não nula e maior que 0. Para cada conjunto, os valores médios da tensão tangencial são bem representados por uma envolvente de Coulomb linear.

No que se refere à dilatância, verifica-se que esta diminui com os deslizamentos consecutivos e, em consequência, com a tensão normal. Contudo, existem diversos casos em que entre dois deslizamentos sucessivos ocorre um aumento da dilatância. Nos gráficos encontram-se as aproximações exponenciais entre os valores médios da dilatância e a tensão normal para cada conjunto. Estas relações apresentam sempre concavidades positivas, mas pouco acentuadas.

Verifica-se ainda que, para cada conjunto, a amplitude de variação da tensão tangencial para uma dada tensão normal aumenta com a tensão normal, ao passo que no caso da dilatância a sua amplitude de variação se mantém aproximadamente constante. A partir da comparação destes gráficos com resultados anteriores (Muralha 1995) pode afirmar-se que a dispersão da tensão tangencial deve diminuir com a diminuição da tensão normal e que a dispersão da dilatância deve ser constante.

4

ANÁLISE DE RESULTADOS

4.1. ASPETOS GERAIS

Os resultados apresentados no capítulo anterior foram obtidos a partir de ensaios de deslizamento de diaclases executados seguindo o procedimento de ensaio padronizado LMR 04 (LNEC 2009), que segue o Método Sugerido da Sociedade Internacional de Mecânica das Rochas (Muralha et al. 2014). Este método prevê a possibilidade de realizar vários deslizamentos no mesmo provete de diaclase de duas formas: repondo a diaclase na sua posição inicial antes de cada deslizamento (Fig. 67 (a)), ou não repondo a diaclase na sua posição inicial aumentando a tensão normal após a tensão tangencial ter estabilizado e prosseguindo o deslizamento (Fig. 67 (b)).

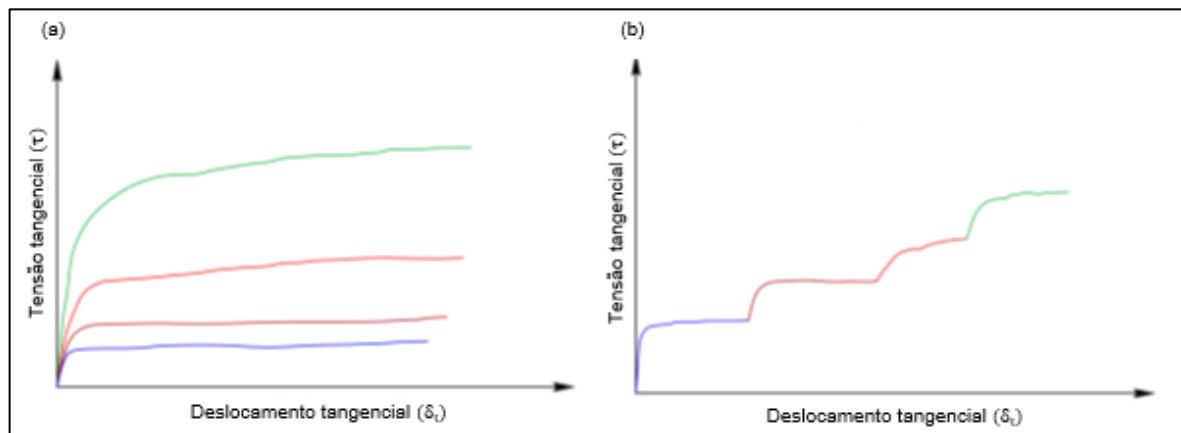


Fig. 67 - Métodos de realização de ensaios de deslizamento sob tensões normais diferentes: (a) Com reposição da diaclase; (b) Sem reposição (adaptado de Muralha et al. 2014, Fig. 4)

Os ensaios utilizados neste trabalho seguiram o primeiro tipo de procedimento. Esta apresenta a vantagem de considerar a mesma posição inicial e a desvantagem de cada deslizamento provocar desgaste das faces da diaclase, que leva a uma diminuição da rugosidade. O procedimento utiliza o incremento da tensão normal para o dobro no deslizamento seguinte (na maioria dos casos: 0,4 \rightarrow 0,8 \rightarrow 1,6 \rightarrow 3,2 MPa) para tentar minimizar este efeito. Este objetivo parece ter sido atingido dado que a grande maioria dos resultados dos ensaios apresenta uma relação linear entre a tensão tangencial e a tensão normal, seguindo assim uma envolvente de Mohr-Coulomb (Fig. 68).

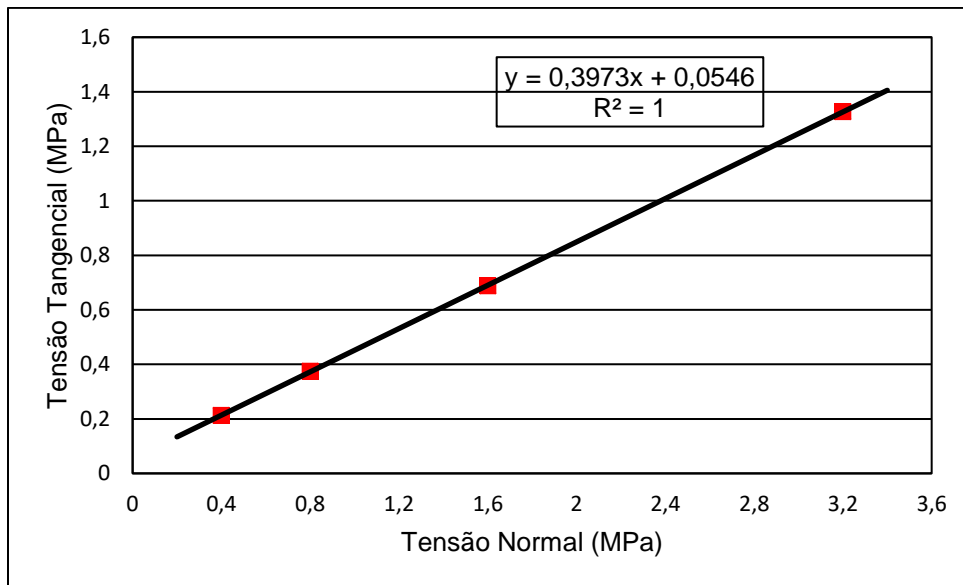


Fig. 68 - Envolvente de rotura de Mohr-Coulomb para o ensaio de deslizamento da diaclase 576, local C

Apesar desta aproximação linear, com valores próximos de 1 para os coeficientes de determinação, aparentar dar bons resultados, em termos estatísticos não se podem retirar conclusões importantes porque se tratam apenas de quatro valores. Em termos físicos, pode sempre argumentar-se que, apesar dos quatro valores apresentarem uma relação linear, apenas o primeiro deslizamento foi responsável pelo desgaste da superfície e pela posterior diminuição da resistência e que os valores da tensão tangencial obtidos nos três deslizamentos seguintes são inferiores ao que teriam sido caso as respetivas tensões normais tivessem sido aplicadas na diaclase sem desgaste.

A envolvente de Mohr-Coulomb definida com estas tensões tangenciais apresenta valores conservativos para a gama de tensões normais considerada nos ensaios de deslizamento (entre 0,4 e 3,2 MPa). O valor do ângulo de atrito calculado com esses valores de tensão tangencial pode ser considerado também conservativo, mas o valor da coesão pode estar a ser sobrestimado de forma significativa. Assim, o valor da interseção dessa envolvente deve ser referido como coesão aparente e a extrapolação da resistência tangencial para valores da tensão normal reduzidos (inferiores a 0,4 MPa) deve ser efetuada com cuidado. Esta conclusão segue o raciocínio resultante do modelo de comportamento bilinear de Patton (1966).

A análise dos gráficos tensão tangencial – tensão normal mostra que existe um conjunto de ensaios em que o declive dos segmentos de reta que ligam os pares de valores (τ, σ_n) diminui com o aumento da tensão normal, como se exemplifica com o gráfico da Fig. 69.

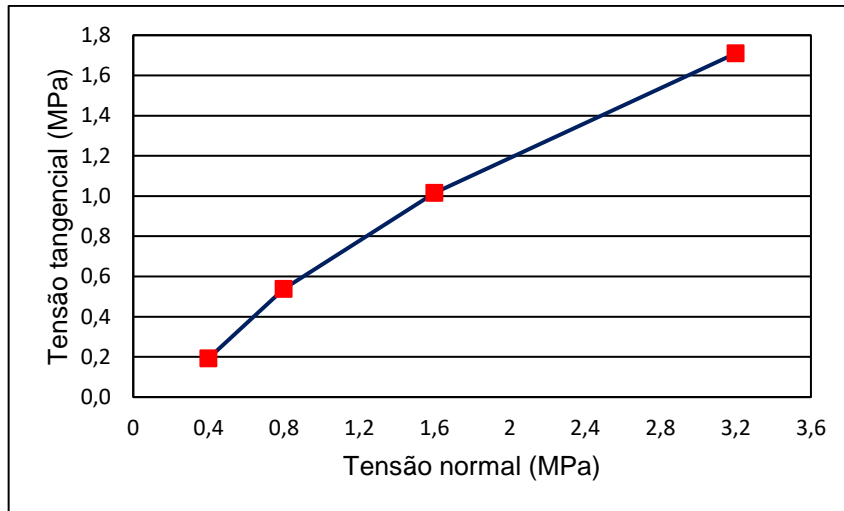


Fig. 69 - Exemplo de diaclase onde ocorre uma diminuição incremental da capacidade resistente entre cada valor da tensão tangencial obtido experimentalmente (diaclase 538, local B2)

Este andamento do gráfico corresponde a uma diminuição incremental da resistência tangencial, que pode ser atribuída ao desgaste sofrido pelas paredes da diaclase à medida que os deslizamentos vão sendo efetuados. Foram igualmente identificados alguns ensaios em que esta diminuição ocorre de uma forma mais significativa entre dois dos deslizamentos, como se pode observar no exemplo apresentado na Fig. 70, em que ocorre uma diminuição da capacidade resistente após o primeiro deslizamento realizado sob uma tensão normal de 0,4 MPa.

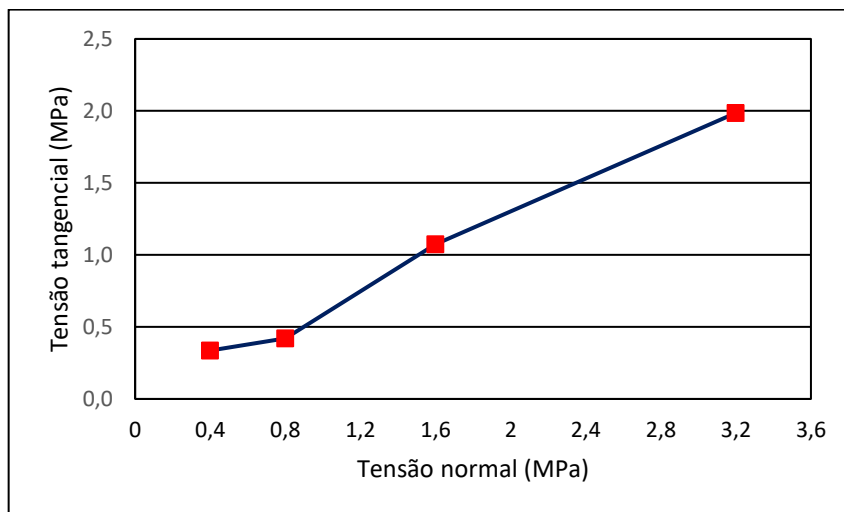


Fig. 70 - Exemplo de diaclase onde ocorre uma diminuição incremental da capacidade resistente após o primeiro deslizamento (diaclase 114, local F2)

Para estudar este efeito foi definido um parâmetro, o coeficiente de desgaste w_{ci} , que calcula a diminuição da tensão tangencial resistente ocorrida para um dado deslizamento, considerando uma extrapolação linear dos resultados experimentais obtidos para os deslizamentos anteriores.

Para um dado deslizamento i ($i = 2, 3$ ou 4), este coeficiente calcula-se a partir da equação (21) em que $\tau_{i,exp}$ é a tensão tangencial resistente para a tensão normal i e τ'_i é o valor calculado para essa mesma tensão normal a partir dos resultados experimentais ou calculados anteriores. Como no caso do primeiro deslizamento ainda não ocorreu desgaste da superfície da diaclase o valor de w_{ci} é igual a 0.

$$w_{ci} = 1 - \frac{\tau_{i,exp}}{\tau'_i} \quad (i = 2, 3, 4) \quad (21)$$

Dado que existem várias hipóteses para determinar os diversos valores de τ'_i foram estudados três modelos para caracterizar o comportamento tangencial de diaclases considerando o desgaste das superfícies.

4.2. MODELO 1

Para um dado deslizamento após o primeiro, o modelo 1 considera que, caso não tivesse ocorrido desgaste, a tensão tangencial para um dado deslizamento, τ'_i , deveria ser calculada a partir do resultado experimental do deslizamento anterior, considerando um modelo de Coulomb sem coesão. Este modelo encontra-se representado na Fig. 71.

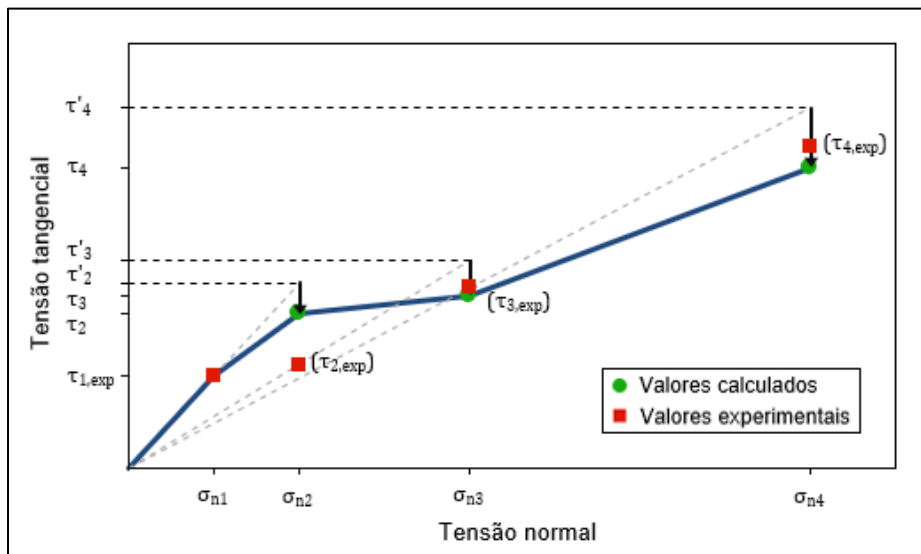


Fig. 71 - Modelo 1 para determinação dos coeficientes de desgaste w_{ci}

A partir da relação entre o valor calculado por esta forma, τ'_i , e o valor experimental, $\tau_{i,exp}$, resultante do ensaio calculam-se os coeficientes de desgaste para cada um dos deslizamentos, sob as tensões normais σ_{n2} , σ_{n3} e σ_{n4} . Este processo encontra-se esquematizado na Fig. 72, em que se apresentam as representações parciais entre os vários deslizamentos, bem como as equações respetivas.

A determinação da tensão tangencial em cada deslizamento, τ_i , encontra-se igualmente ilustrada na Fig. 72. Esta depende da tensão tangencial sem desgaste de cada deslizamento, τ'_i , e de apenas um valor para o coeficiente de desgaste, w_c . Caso contrário, ou seja, utilizando os valores calculados, os modelos conteriam um número de parâmetros que lhes permitiriam calcular sem erros os valores experimentais; não seriam modelos previsionais, mas modelos descritivos.

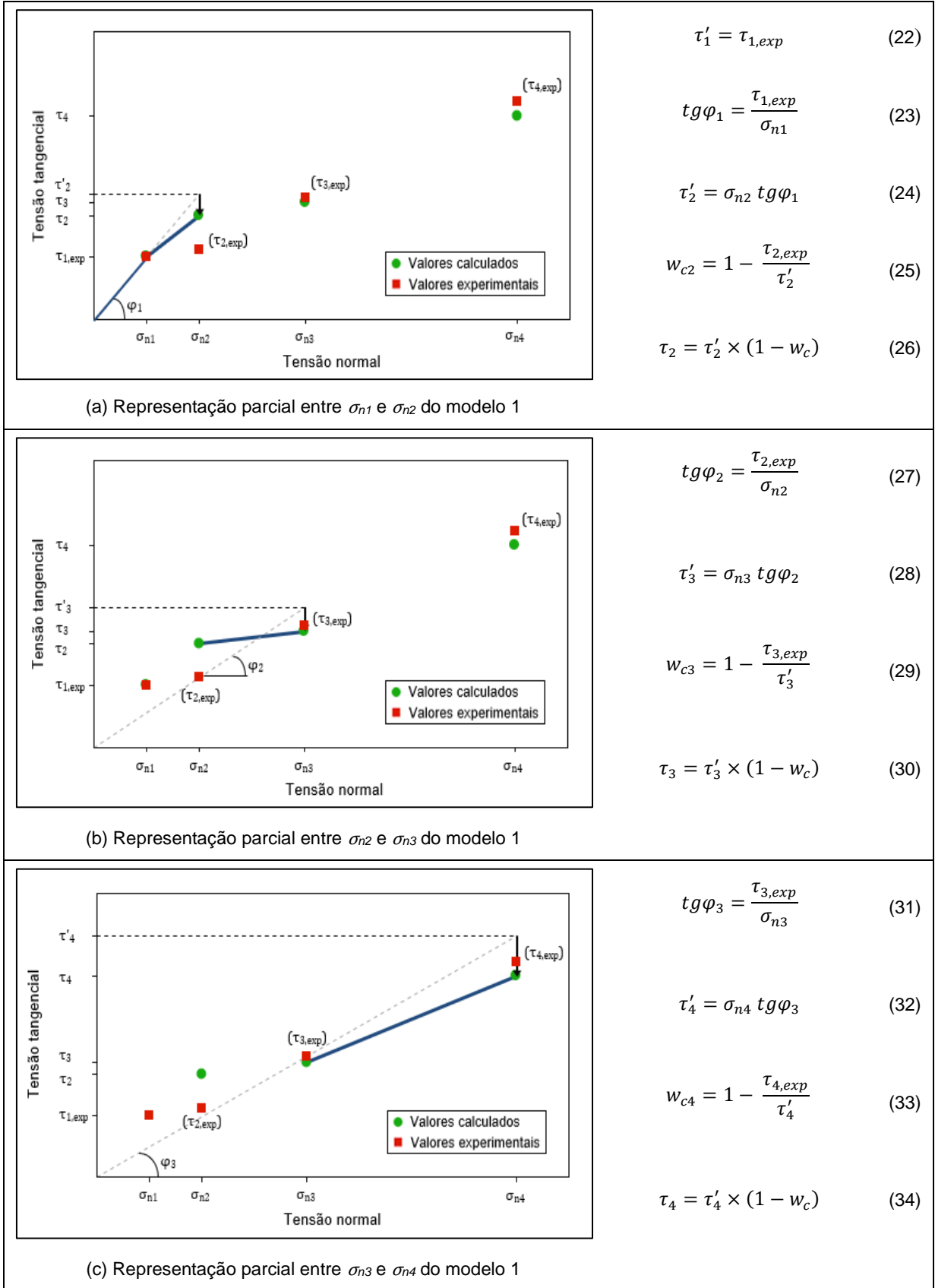


Fig. 72 - Representação parcial entre as diversas tensões normais do modelo 1

4.3. MODELO 2

À semelhança do modelo 1, o modelo 2 considera que, para um dado deslizamento, exceto o primeiro, o cálculo da tensão tangencial sem desgaste, τ'_i , deve ser efetuado considerando um modelo de Coulomb sem coesão a partir do valor calculado anterior, ao passo que no modelo 1 era calculado a partir do valor experimental anterior. No caso do primeiro deslizamento, volta a considerar-se que o valor dado pelo modelo é igual ao valor experimental. O modelo encontra-se esquematizado na Fig. 73.

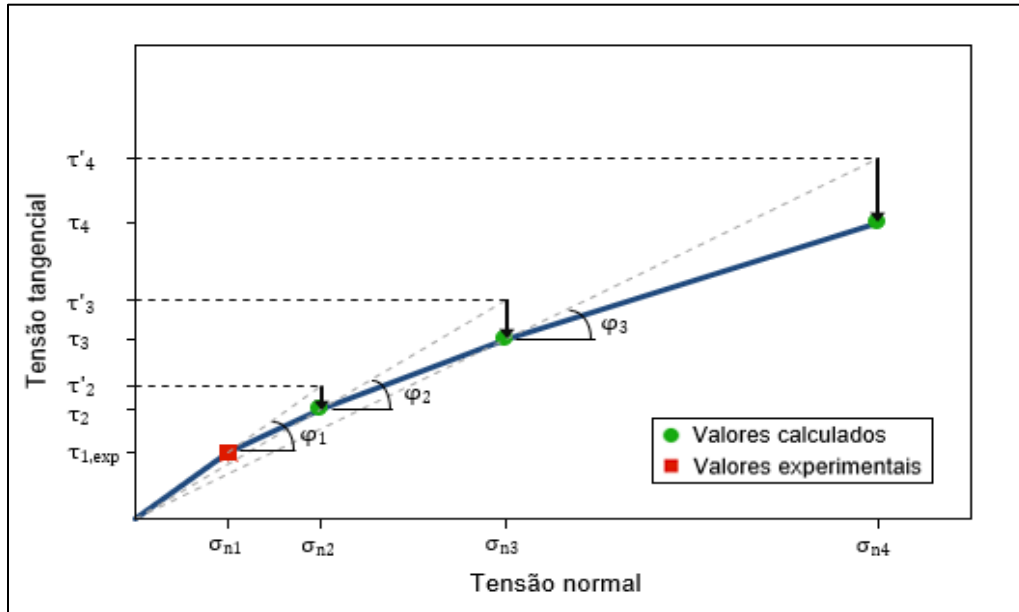


Fig. 73 - Modelo 2 para determinação dos coeficientes de desgaste w_{ci}

Tal como no modelo anterior, os coeficientes de desgaste calculam-se para cada um dos deslizamentos através da relação entre o valor calculado, τ'_i , obtido pelo modelo e o valor experimental, $\tau_{i,exp}$, obtido no ensaio. Este modelo encontra-se esquematizado na Fig. 74, com representações parciais entre os vários deslizamentos e as respetivas equações.

A determinação da tensão tangencial em cada deslizamento, τ_i , encontra-se também exemplificada na Fig. 74. Esta depende da tensão tangencial sem desgaste de cada deslizamento, τ'_i , e de apenas um valor para o coeficiente de desgaste, w_c . Como no modelo anterior, só se utiliza um valor para o coeficiente de desgaste, w_c , pois, utilizando os valores calculados, os modelos conteriam um número de parâmetros que lhes permitiriam calcular sem erros os valores experimentais; não seriam modelos previsionais, mas modelos descritivos.



Fig. 74 - Representação parcial entre as diversas tensões normais do modelo 2

4.4. MODELO 3

Este modelo tem igualmente em conta o desgaste resultante entre cada deslizamento e, tal como nos dois modelos anteriores, a tensão tangencial do primeiro deslizamento considera-se igual à obtida experimentalmente. O valor da tensão tangencial sem desgaste de um dado deslizamento determina-se considerando os parâmetros de um modelo de Coulomb (c e φ) calculados com base nos resultados calculados nos dois deslizamentos anteriores. No caso do segundo deslizamento, considera-se que a coesão é nula, ou seja, que a envolvente de rotura se inicia na origem do gráfico tensão tangencial – tensão normal. O modelo encontra-se esquematizado na Fig. 75.

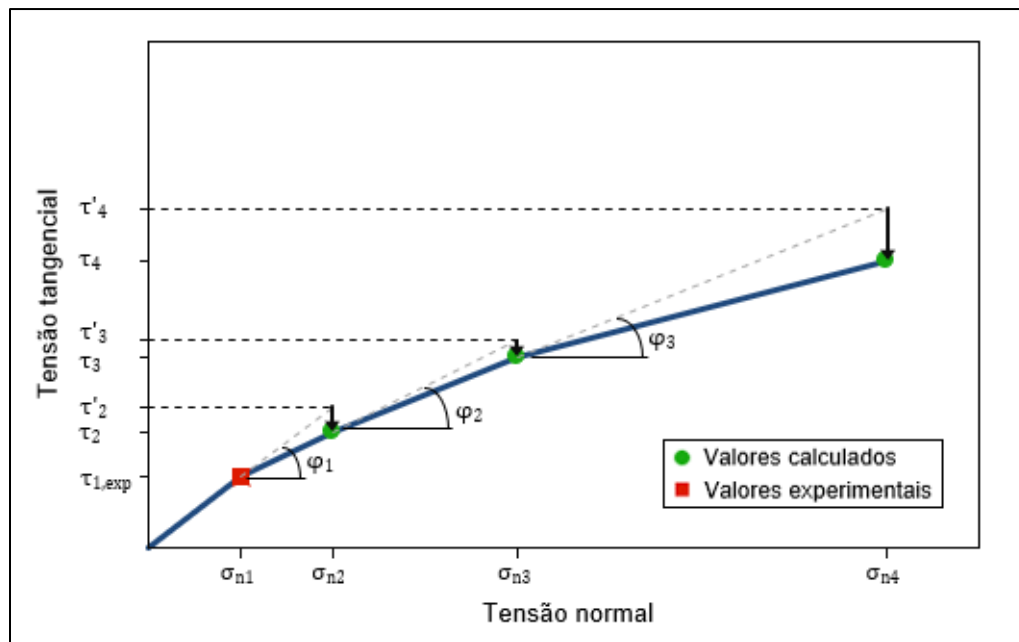


Fig. 75 - Modelo 3 para determinação dos coeficientes de desgaste w_{ci}

Os coeficientes de desgaste para cada um dos deslizamentos, sob as tensões normais σ_{n2} , σ_{n3} e σ_{n4} , são igualmente determinados a partir dos valores calculados pelo modelo, τ'_i , e os valores experimentais, $\tau_{i,exp}$, obtidos no ensaio. As representações parciais entre os vários deslizamentos e as respetivas equações referentes a este método encontram-se representadas na Fig. 76, juntamente com as respetivas equações.

Como anteriormente, a determinação da tensão tangencial em cada deslizamento, τ_i , encontra-se igualmente exposta na Fig. 76. Esta depende da tensão tangencial sem desgaste de cada deslizamento, τ'_i , e de apenas um valor para o coeficiente de desgaste, w_c . Caso contrário, ou seja, utilizando os valores calculados, os modelos conteriam um número de parâmetros que lhes permitiriam calcular sem erros os valores experimentais; não seriam modelos previsionais, mas modelos descritivos.

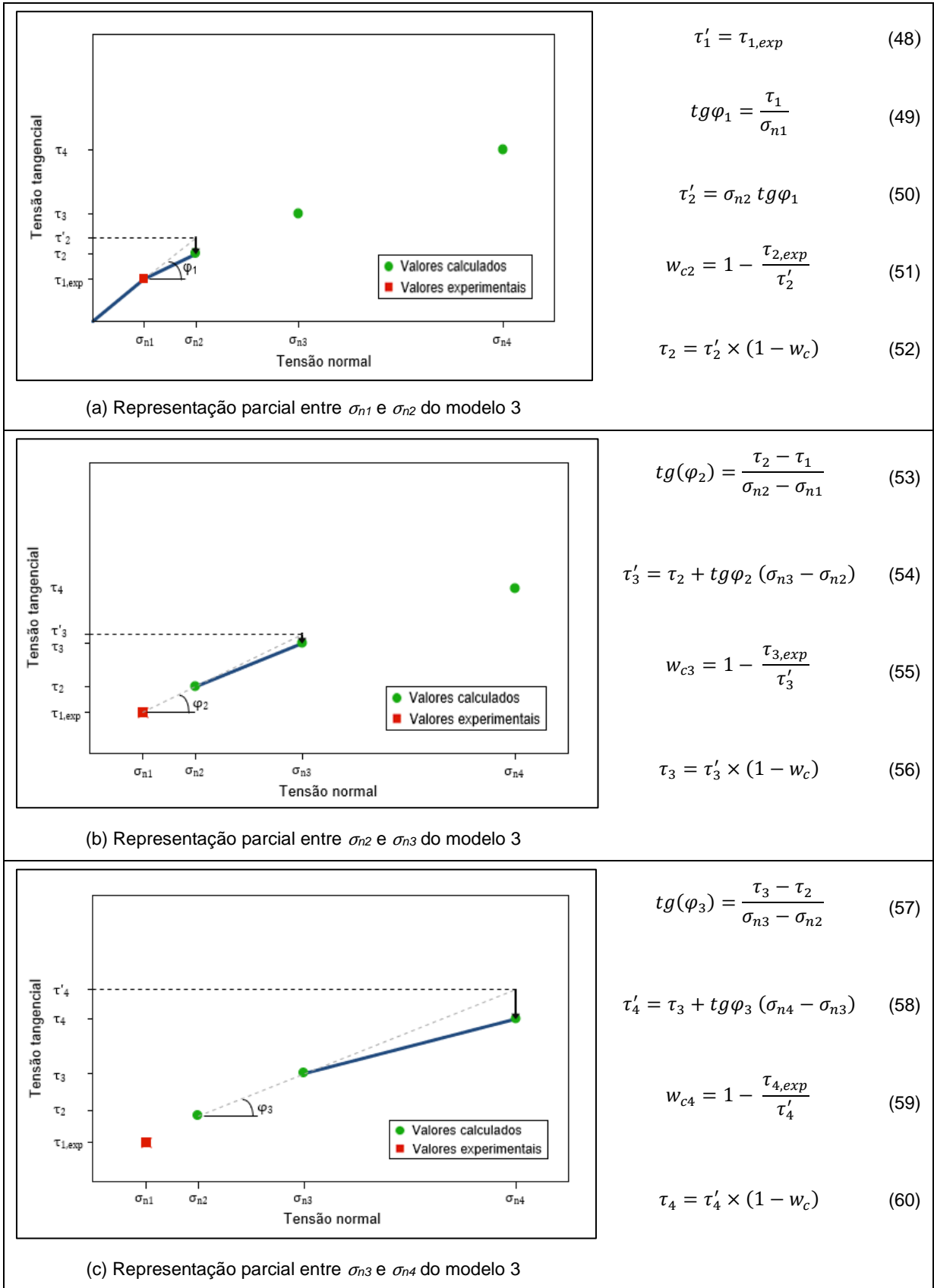


Fig. 76 - Representação parcial entre as diversas tensões normais do modelo 3

4.5. COMPARAÇÃO DOS RESULTADOS DOS MODELOS

Para que os modelos descritos nas secções anteriores permitam representar o efeito do desgaste das diaclases resultante dos deslizamentos sucessivos realizados no decurso dos ensaios, é necessário considerar apenas um valor para o coeficiente de desgaste w_c . Caso contrário, ou seja, utilizando os valores calculados, os modelos conteriam um número de parâmetros que lhes permitiriam calcular sem erros os valores experimentais: não seriam modelos previsionais, mas modelos descritivos.

A primeira hipótese foi considerar para coeficiente de desgaste a média aritmética dos coeficientes de desgaste calculados para cada tensão normal, $w_{c,méd}$.

$$w_{c,méd} = \frac{w_{c2} + w_{c3} + w_{c4}}{3} \quad (61)$$

Os valores de $w_{c,i}$ e $w_{c,méd}$ encontram-se nas tabelas B1 a B31 do Anexo B, referentes ao modelo 1, nas tabelas C1 a C31 do Anexo C, referentes ao modelo 2, e nas tabelas D1 a D31 do Anexo D, referentes ao modelo 3.

Nestes conjuntos de tabelas dos Anexos B, C e D, os valores de $w_{c,i}$ encontram-se sombreados a verde sempre que possuam valores positivos correspondentes a uma diminuição da resistência tangencial provocada pelo desgaste das superfícies das diaclases durante os deslizamentos anteriores. Em oposição, os valores sombreados a encarnado correspondem ao efeito contrário.

Analisando este aspeto, conclui-se que a grande maioria dos valores de $w_{c,i}$ (85% de média para os três modelos) (83% para o modelo 1, 91% para o modelo 2 e 85% para o modelo 3) correspondem a deslizamentos em que ocorre o efeito do desgaste devido aos deslizamentos anteriores. Verifica-se ainda que em 72% (57% considerando o modelo 1, 83% o modelo 2 e 77% o modelo 3) dos ensaios todos os valores de $w_{c,i}$ mostram o efeito dos desgastes sucessivos, ou seja, o desgaste da superfície e a redução da resistência tangencial decorreu ao longo de todos os deslizamentos do ensaio.

Nas mesmas tabelas encontram-se os valores da tensão tangencial calculados com os valores de $w_{c,méd}$ para os modelos 1, 2 e 3, bem como o somatório do quadrado dos desvios (SQD) entre esses valores e os valores experimentais respetivos. Os valores sombreados a verde correspondem a resultados em que os valores calculados se encontram a $\pm 10\%$ dos valores experimentais, e os valores sombreados a encarnado são os que não cumprem este critério de aproximação. Uma análise sumária mostra que o modelo 1 cumpre este critério em 66% dos casos, o modelo 2 em 68% e o modelo 3 em 42%.

Após esta primeira hipótese, utilizou-se a ferramenta de otimização existente na folha de cálculo para calcular o valor do coeficiente de desgaste que minimiza o somatório do quadrado dos desvios entre os valores calculados e experimentais da tensão tangencial. Este valor é designado por $w_{c,opt}$. As tabelas dos Anexos B, C e D incluem também os valores da tensão tangencial calculados com este coeficiente de desgaste, permitindo uma avaliação semelhante à anterior: o critério de aproximação de $\pm 10\%$ dos valores experimentais é cumprido em 66% dos casos pelo modelo 1, em 80% pelo modelo 2 e em 73% pelo modelo 3.

Na Tabela 21 encontram-se os valores das percentagens dos valores calculados que se aproximam a $\pm 10\%$ dos valores experimentais apresentados anteriormente, permitindo uma comparação direta dos mesmos. Analisando estas percentagens, o modelo 2 parece ser o que apresenta melhores resultados na aproximação aos valores experimentais.

Tabela 21 - Percentagem dos valores calculados que se encontram a $\pm 10\%$ dos valores experimentais

	$w_{c,méd}$ (%)	$w_{c,ópt}$ (%)
Modelo 1	66	66
Modelo 2	68	80
Modelo 3	42	73

Para fundamentar esta conclusão apresentam-se nas Figuras seguintes (Fig. 77 a Fig. 94) os histogramas de frequências absolutas dos somatórios do quadrado dos desvios dos três modelos para os 18 conjuntos de ensaios de diaclases analisados. Nesta análise consideram-se apenas os resultados referentes aos valores calculados a partir do $w_{c,ópt}$, visto que os que são obtidos com $w_{c,méd}$ apresentam, obviamente, piores aproximações.

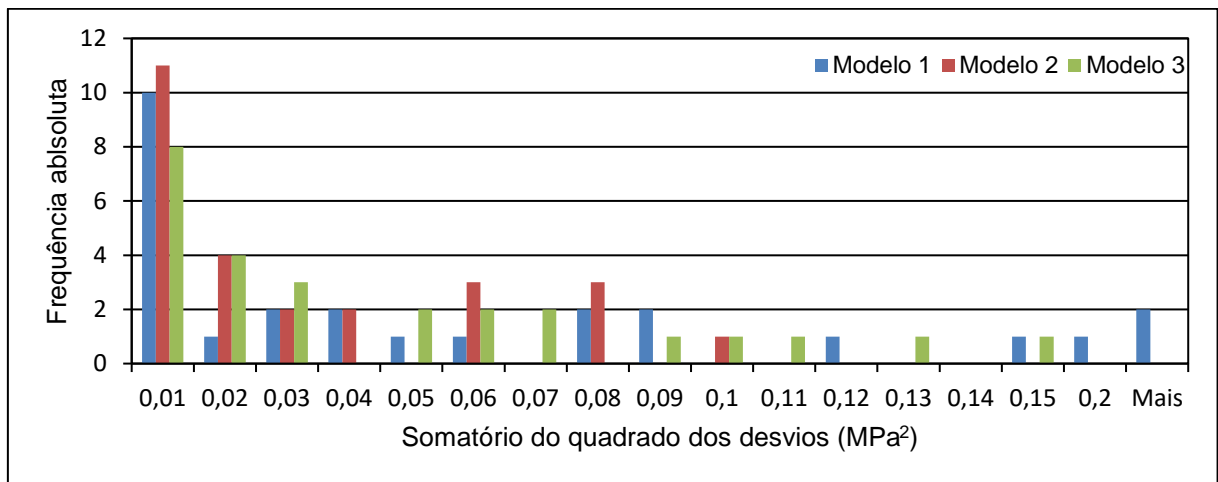


Fig. 77 - Comparação dos histogramas dos SQD dos três modelos, local A

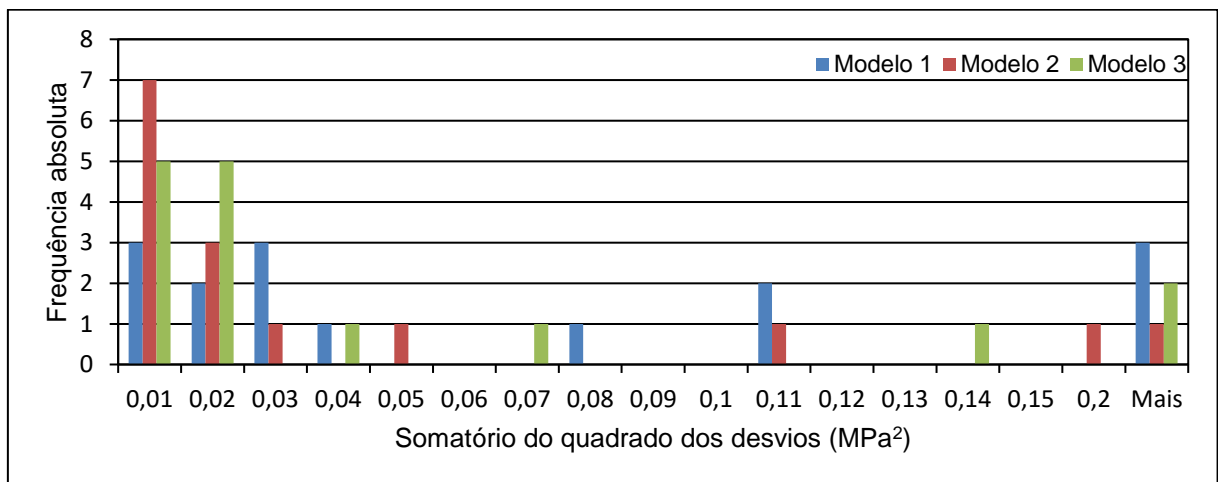


Fig. 78 - Comparação dos histogramas dos SQD dos três modelos, local B1

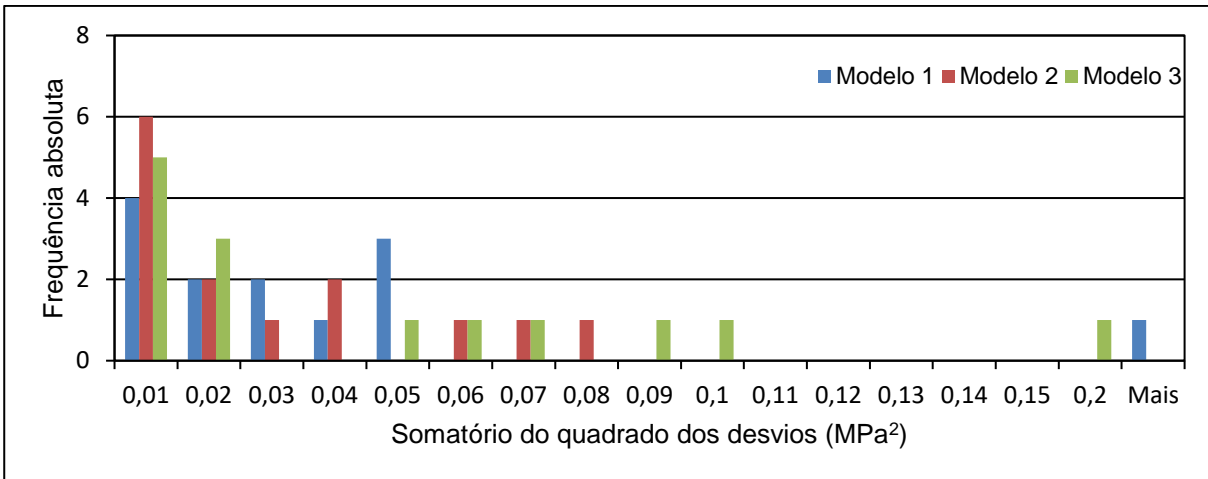


Fig. 79 - Comparação dos histogramas dos SQD dos três modelos, local B2

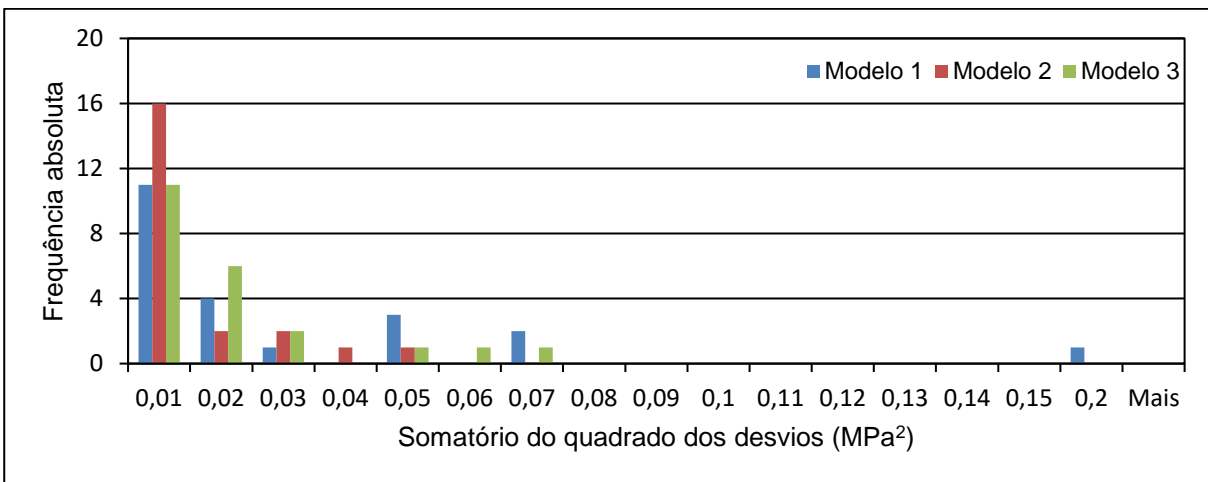


Fig. 80 - Comparação dos histogramas dos SQD dos três modelos, local C

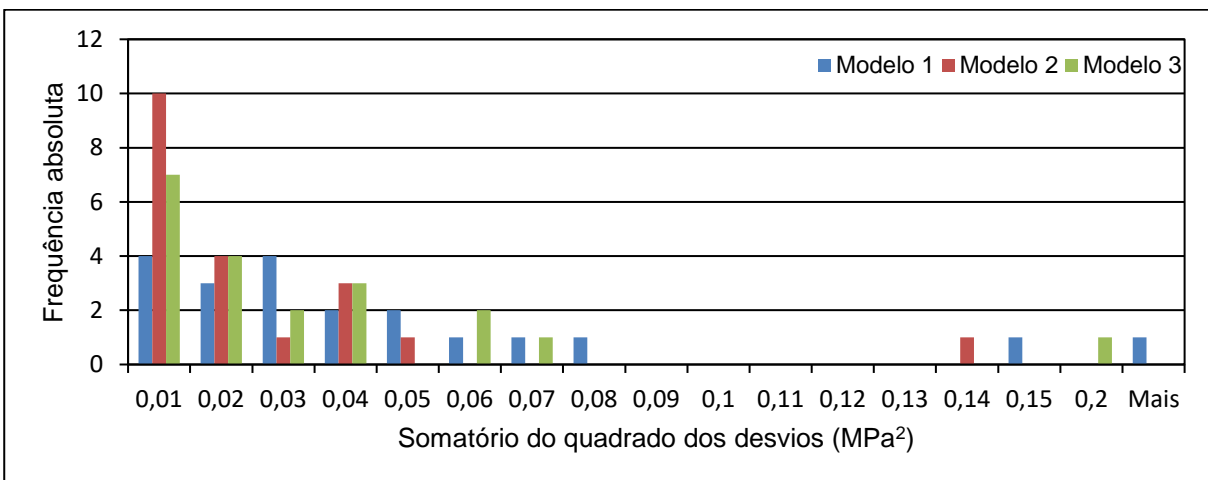


Fig. 81 - Comparação dos histogramas dos SQD dos três modelos, local D

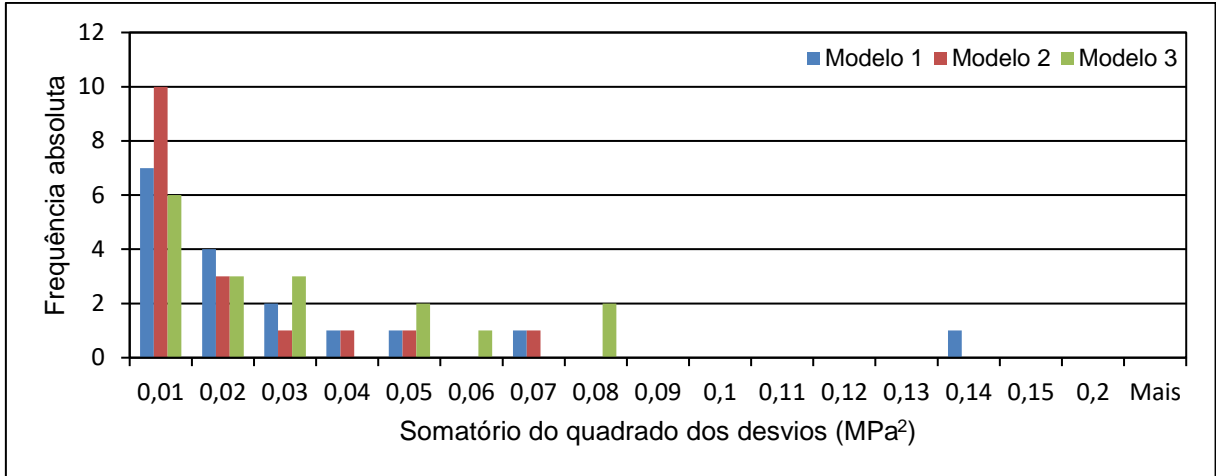


Fig. 82 - Comparação dos histogramas dos SQD dos três modelos, local E

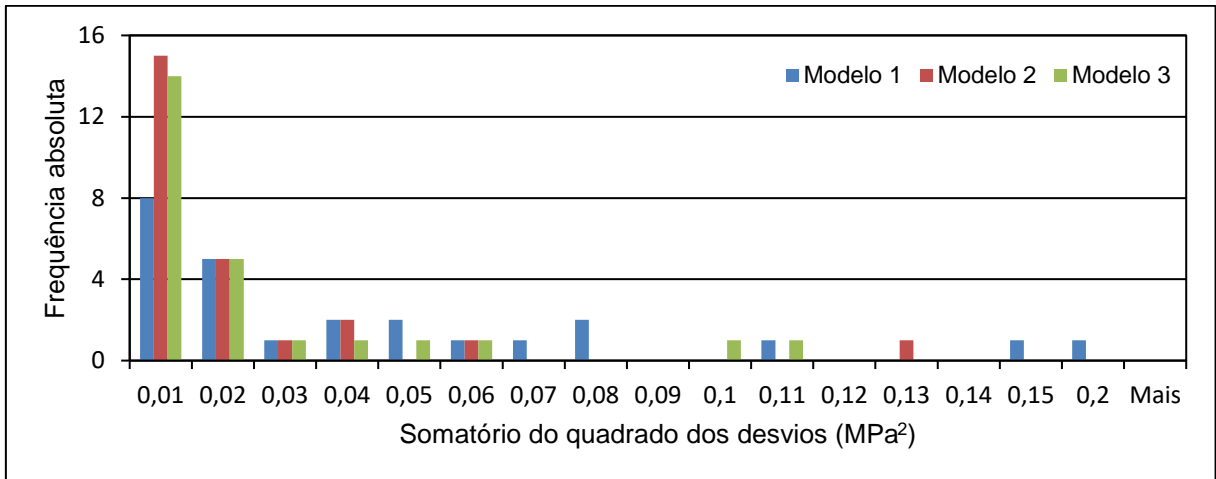


Fig. 83 - Comparação dos histogramas dos SQD dos três modelos, local F1

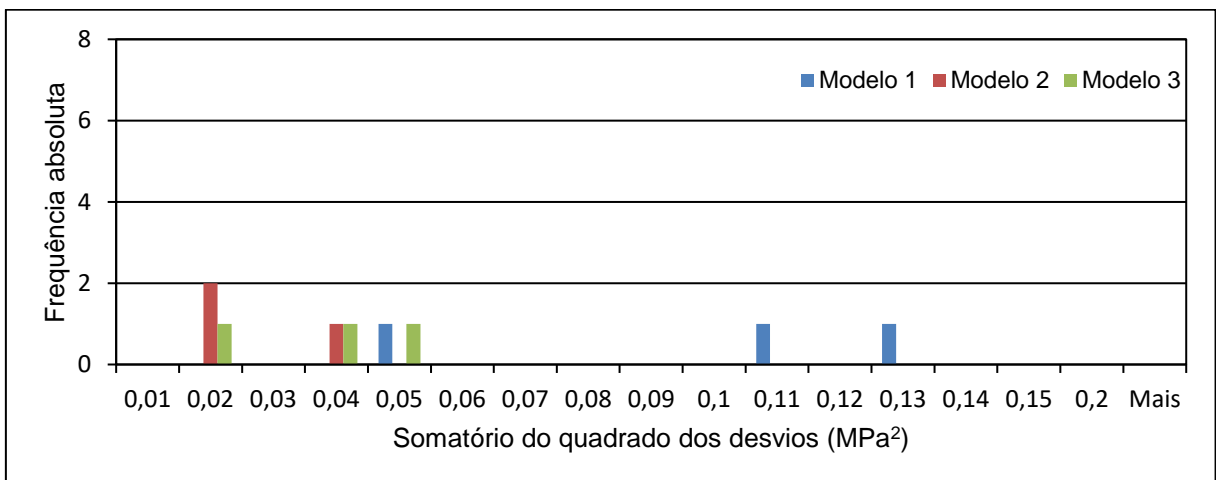


Fig. 84 - Comparação dos histogramas dos SQD dos três modelos, local F2

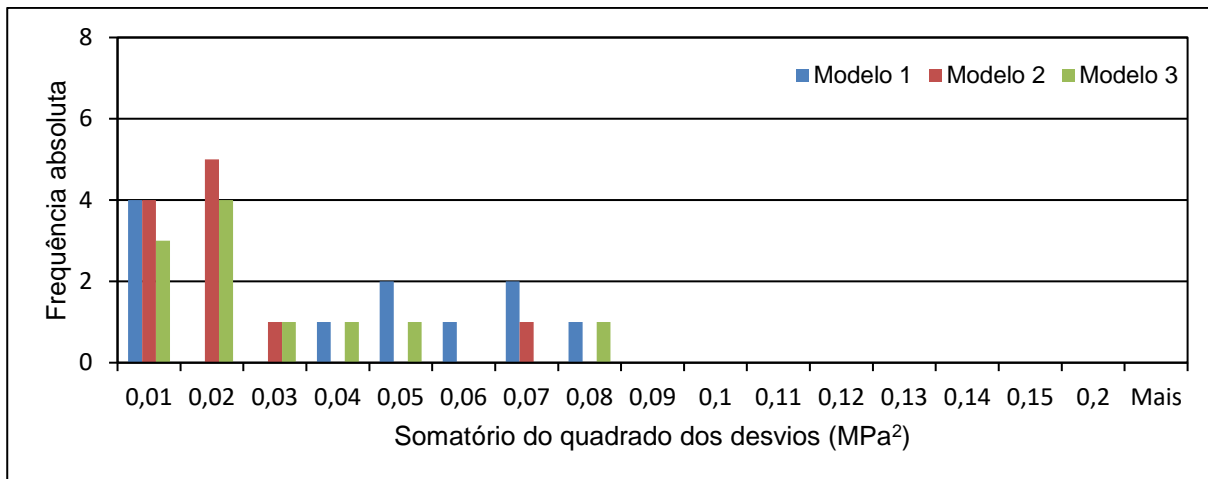


Fig. 85 - Comparação dos histogramas dos SQD dos três modelos, local G

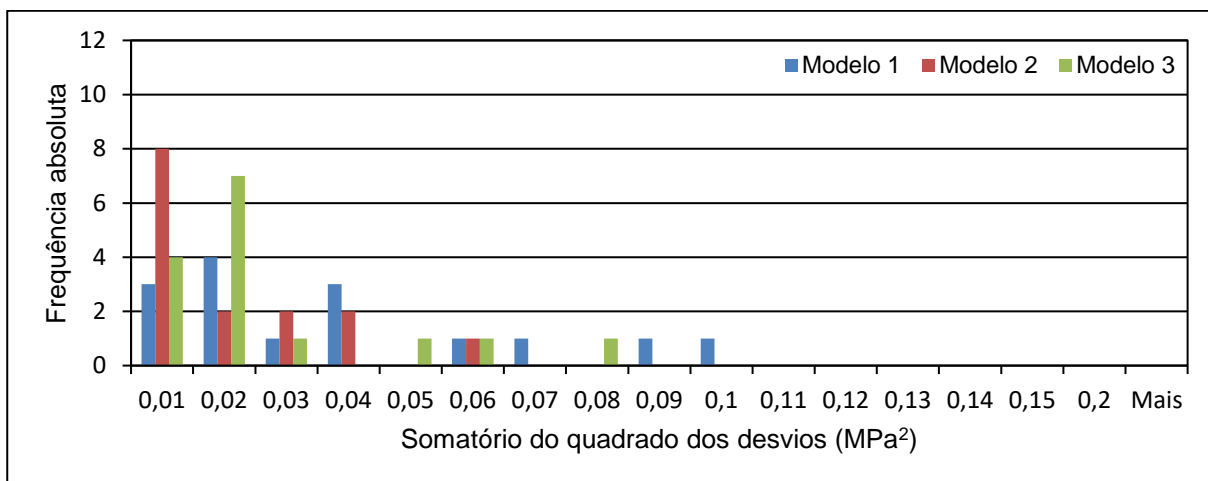


Fig. 86 - Comparação dos histogramas dos SQD dos três modelos, local H

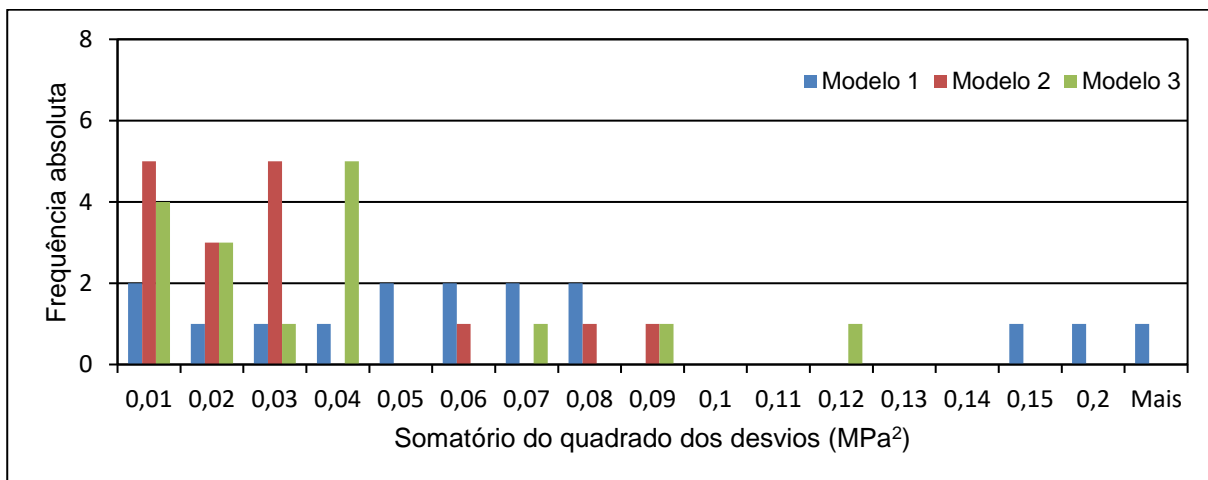


Fig. 87 - Comparação dos histogramas dos SQD dos três modelos, local I

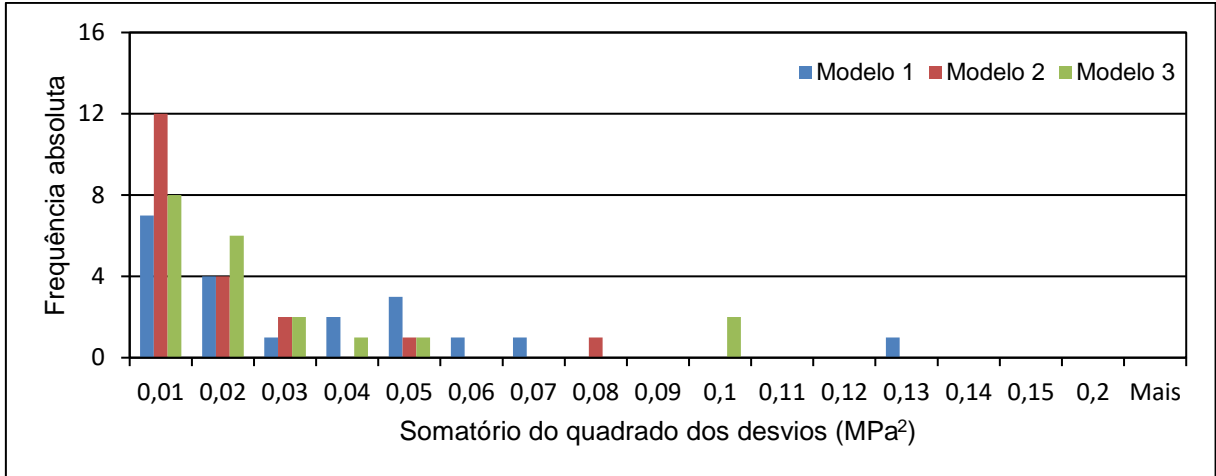


Fig. 88 - Comparação dos histogramas dos SQD dos três modelos, local J

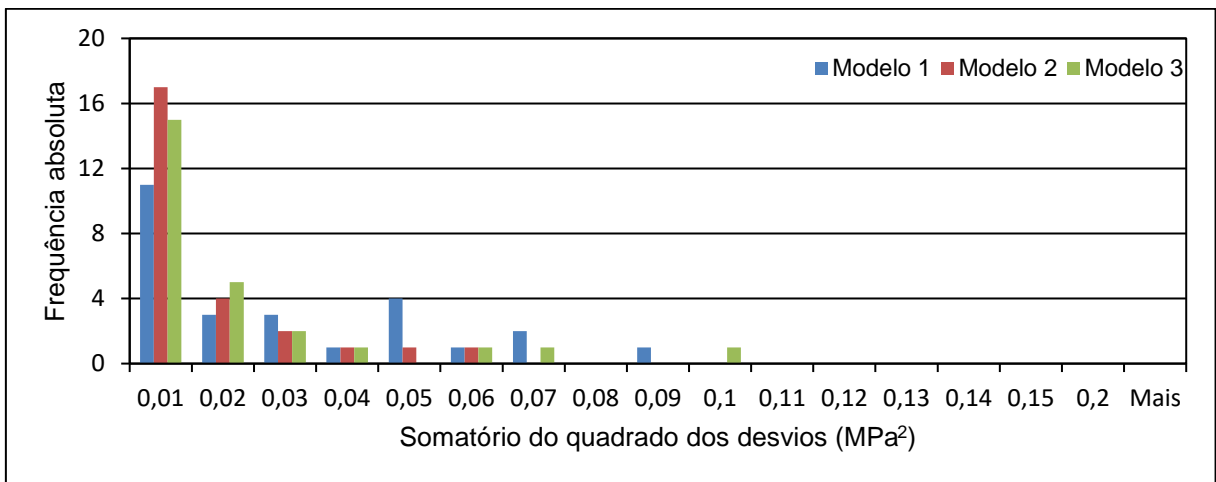


Fig. 89 - Comparação dos histogramas dos SQD dos três modelos, local L

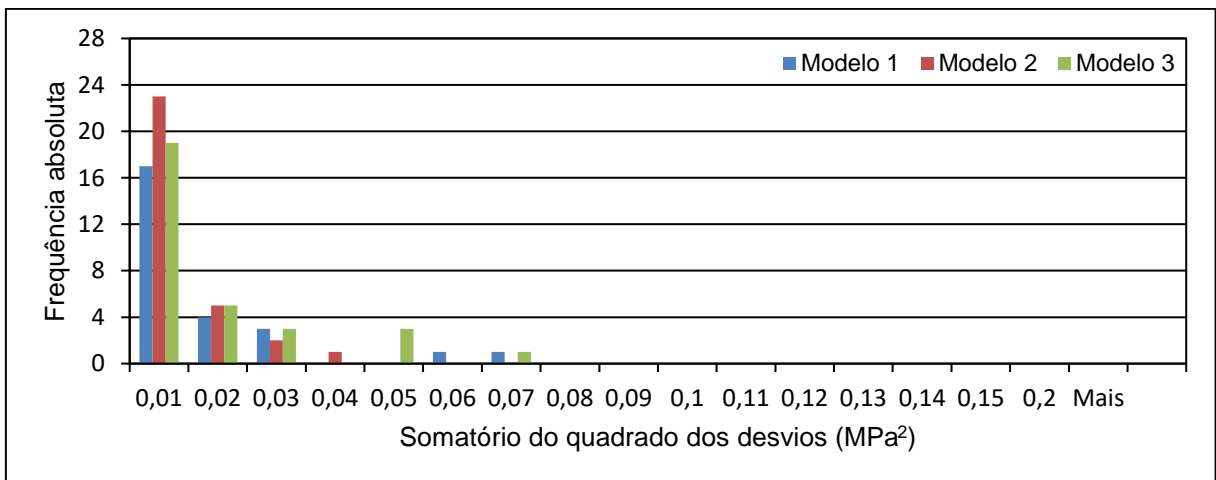


Fig. 90 - Comparação dos histogramas dos SQD dos três modelos, local M

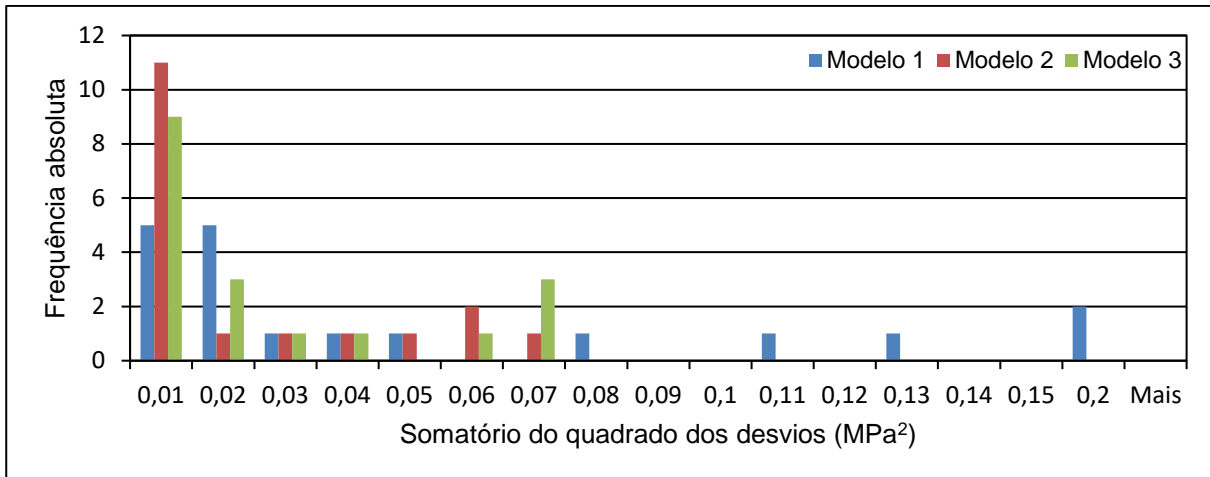


Fig. 91 - Comparação dos histogramas dos SQD dos três modelos, local N

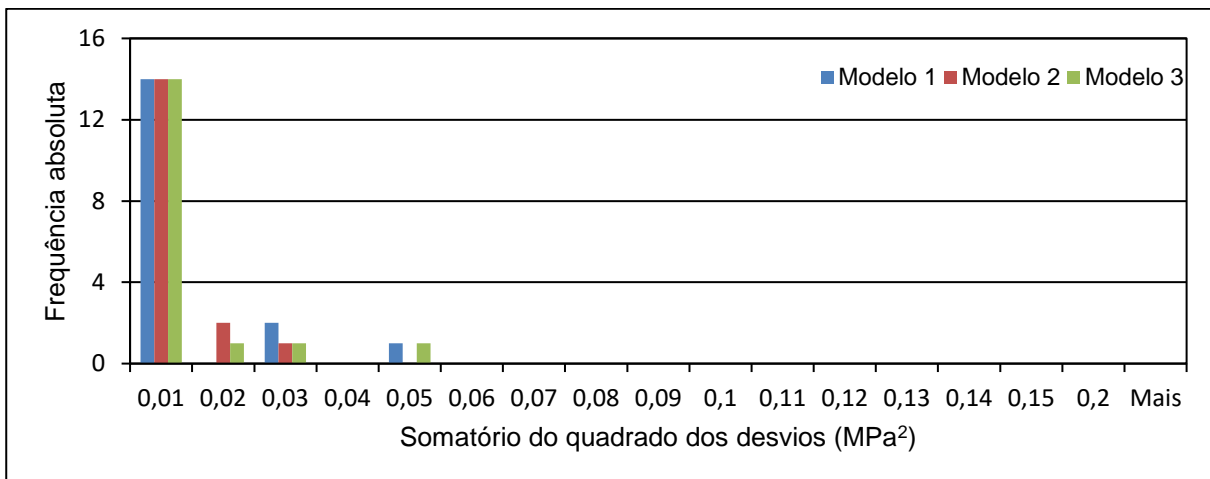


Fig. 92 - Comparação dos histogramas dos SQD dos três modelos, local O

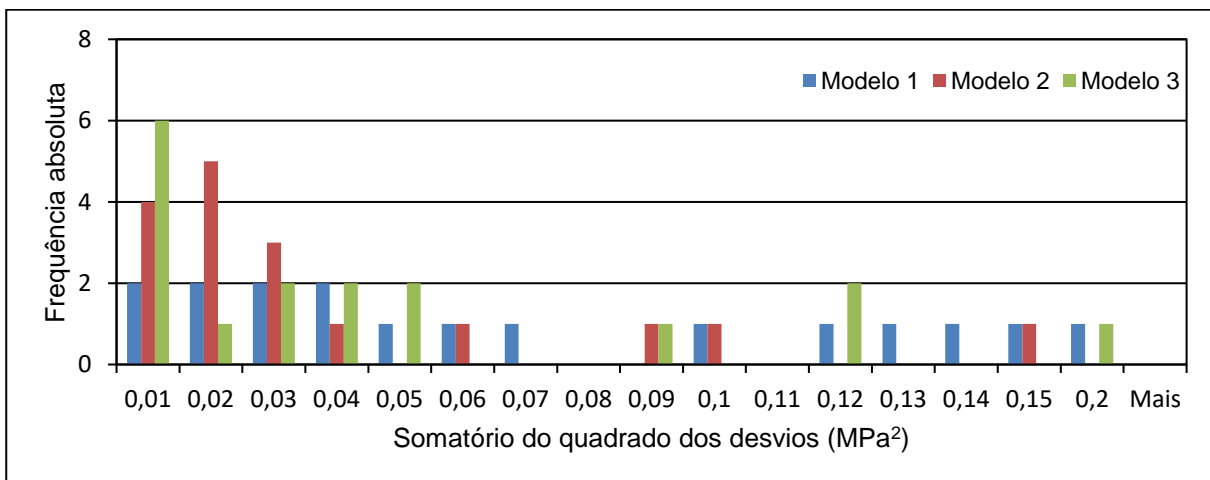


Fig. 93 - Comparação dos histogramas dos SQD dos três modelos, local P

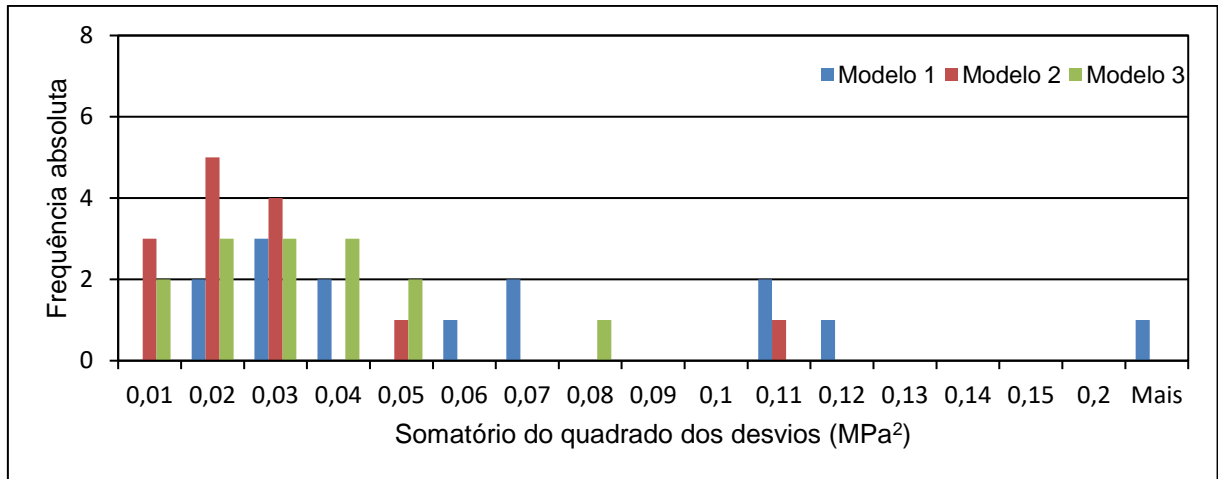


Fig. 94 - Comparação dos histogramas dos SQD dos três modelos, local Q

Para analisar os resultados destes histogramas convém ter em atenção os valores da Tabela 22, onde se encontram os desvios médios para diversos valores de SQD. Chama-se a atenção que os valores de SQD apresentados nestes histogramas foram determinados a partir dos desvios de três aproximações correspondentes aos valores das tensões normais de 0,8; 1,6 e 3,2 MPa, visto que no caso do primeiro valor de tensão normal (0,4 MPa) os modelos consideram implicitamente que o valor calculado é igual ao valor experimental. Salienta-se que valores de SQD inferiores a 0,01 ou 0,02 MPa² correspondem a valores de desvios médios reduzidos, em especial quando se comparam com os valores médios da tensão tangencial que se encontram nas Tabelas A1 a A31.

Tabela 22 - Desvio médio para diversos valores do somatório do quadrado dos desvios, nos casos de 3 ou 4 aproximações

SQD (MPa ²)	Desvio médio (MPa)	
	<i>n</i> = 3	<i>n</i> = 4
0,01	0,058	0,050
0,02	0,082	0,071
0,05	0,129	0,112
0,10	0,183	0,158
0,20	0,258	0,224

Uma análise simples dos histogramas mostra que em 14 dos 17 conjuntos de ensaios (o conjunto F2 não é considerado porque só inclui três ensaios) o modelo 2 é o que apresenta frequências absolutas mais elevadas para valores de SQD inferiores a 0,01 MPa². O outro único modelo que apresenta frequências absolutas mais elevadas ocorre no conjunto P (modelo 3). Para os restantes dois conjuntos de ensaios (G e O), verificou-se que não existe apenas um modelo com as melhores aproximações.

Uma análise semelhante pode ser efetuada considerando as frequências absolutas com valores de SQD inferiores a 0,02 MPa². Para este efeito é necessário somar as frequências das duas colunas mais à

esquerda dos histogramas. O resultado volta a ser semelhante, sendo o modelo 2 o que apresenta as maiores frequências em 14 dos 17 conjuntos.

Analisando a cauda direita dos histogramas, onde se encontram as frequências dos ensaios que apresentaram piores aproximações verifica-se que o modelo 2 é o que apresenta um menor número de ensaios nessa zona. Apenas em 3 ensaios, de um total de 332, o modelo 2 conduziu a valores de SQD superiores a $0,1 \text{ MPa}^2$.

Apesar de esta análise ser bastante elementar, como se baseia num número bastante elevado de ensaios, permite concluir que o modelo 2, que determina o coeficiente de desgaste a partir dos valores calculados anteriores assumindo uma envolvente de Coulomb sem coesão, é o que apresenta melhores resultados.

Nas Tabelas do Anexo A encontram-se os valores dos somatórios dos quadrados dos desvios entre os valores experimentais e os valores calculados com os valores da coesão aparente e do ângulo de atrito das aproximações das envolventes lineares de Mohr-Coulomb correspondentes. Não se apresentam nestas tabelas os valores de SQD de seis ensaios em que foram excluídos os resultados de um ou mais deslizamentos por terem ocorrido problemas durante os ensaios.

Nestas tabelas encontram-se sombreados a verde os valores de SQD dos ensaios em que a aproximação linear de Mohr-Coulomb apresentou valores inferiores à aproximação conseguida com o modelo 2 e a encarnado quando foi esta última que apresentou os valores mais reduzidos.

Salienta-se que, como os valores de SQD para o modelo 2 são calculados a partir de três desvios e os valores de SQD para a aproximação linear são calculados a partir de quatro, para as comparações referidas anteriormente os valores de SQD foram ponderados de acordo com esta relação.

Como resultado desta comparação, verifica-se que um modelo linear de Mohr-Coulomb apresenta melhores aproximações em 240 ensaios (74% do total) e que, complementarmente, o melhor modelo considerando o desgaste apresenta os melhores resultados em 86 ensaios (26%).

As conclusões a retirar destes resultados devem ter em conta dois aspetos que, em termos estatísticos, conduzem a consequências contraditórias. Por um lado, o número de resultados experimentais muito significativo dá-lhes um valor importante. Por outro, a comparação efetuada para modelos com graus de liberdade reduzidos e distintos: o modelo linear possui apenas dois graus de liberdade (quatro resultados experimentais menos dois parâmetros) e o modelo considerando o desgaste apenas um.

5

CONCLUSÕES E DESENVOLVIMENTOS FUTUROS

5.1. CONCLUSÕES

O principal objetivo do trabalho foi analisar a influência que a realização de quatro deslizamentos sucessivos no mesmo provete de diaclase, com reposição da posição inicial antes de cada deslizamento, tem no desgaste das suas faces e, conseqüentemente, na sua resistência tangencial, tendo por base 332 diaclases graníticas e metamórficas que seguiram o procedimento de ensaio padronizado LMR 04 (LNEC 2009), baseado no Método Sugerido da Sociedade Internacional de Mecânica das Rochas (Muralha et al. 2014).

Para estudar este efeito foi definido um parâmetro, o coeficiente de desgaste, w_{ci} , e três modelos de cálculo. O coeficiente de desgaste determina a diminuição da tensão tangencial resistente ocorrida para um dado deslizamento, considerando uma extrapolação linear dos resultados (experimentais ou calculados) obtidos para os deslizamentos anteriores, e calcula-se a partir da relação entre o valor calculado da tensão resistente de cada modelo, não considerando desgaste, τ'_i , e o valor experimental, $\tau_{i,exp}$, resultante do ensaio para cada um dos deslizamentos, sob as tensões normais σ_{n2} , σ_{n3} e σ_{n4} . Os três modelos consideraram a tensão tangencial do primeiro deslizamento igual à obtida experimentalmente e são caracterizados por:

- Modelo 1: considera que para um dado deslizamento, caso não tivesse ocorrido desgaste, a tensão tangencial para esse deslizamento, τ'_i , deveria ser calculada a partir do resultado experimental do deslizamento anterior, considerando um modelo de Coulomb sem coesão;
- Modelo 2: considera que, para um dado deslizamento, o cálculo da tensão tangencial sem desgaste, τ'_i , deveria ser calculada considerando um modelo de Coulomb sem coesão a partir do valor calculado anterior;
- Modelo 3: considera que o valor da tensão tangencial sem desgaste de um dado deslizamento se determina considerando os parâmetros de um modelo de Coulomb (c e φ) determinados com base nos resultados calculados dos dois deslizamentos anteriores. No caso do segundo deslizamento, considera-se que a coesão é nula, ou seja, que a envolvente de rotura se inicia na origem do gráfico tensão tangencial – tensão normal;

Torna-se necessário considerar apenas um valor para o coeficiente de desgaste w_c , visto que, caso contrário, utilizando os valores calculados, os modelos conteriam um número de parâmetros que lhes permitiriam calcular sem erros os valores experimentais, deixando de ser modelos previsionais e passando a ser modelos descritivos.

Assim, começou-se por considerar a média aritmética dos coeficientes de desgaste calculados para cada tensão normal, $w_{c,méd}$, como primeira hipótese. Tendo-se concluído que os resultados eram bons foi então utilizado o coeficiente de desgaste ótimo, $w_{c,ópt}$, calculado através da minimização do somatório do quadrado dos desvios (SQD) entre os valores calculados e os valores experimentais da tensão tangencial.

Com os valores de $w_{c,ópt}$ calculados para cada ensaio, determinaram-se as tensões tangenciais para os três modelos e os respetivos SQD com os quais se elaboraram os histogramas para cada um dos conjuntos. A análise destes histogramas mostrou que em 14 dos 17 conjuntos de ensaios, não considerando o conjunto F2 por só conter três ensaios, o modelo 2 apresentou frequências absolutas mais elevadas para valores de SQD inferiores a $0,01 \text{ MPa}^2$ e a $0,02 \text{ MPa}^2$, o que equivale a um desvio médio em cada um dos três deslizamentos de 0,06 e 0,08 MPa, respetivamente. No extremo oposto dos histogramas, analisando as frequências dos ensaios que apresentaram piores aproximações verifica-se que o modelo 2 é igualmente o que apresenta um menor número de ensaios nessa zona, com apenas 3 ensaios com valores de SQD superiores a $0,1 \text{ MPa}^2$, que equivale a um desvio médio por deslizamento de, aproximadamente, 0,18 MPa.

Apesar de esta análise ser bastante elementar, ganha significado por se basear num número bastante elevado de ensaios, o que permite concluir que o modelo 2, que determina o coeficiente de desgaste a partir dos valores calculados anteriores assumindo uma envolvente de Coulomb sem coesão, é o modelo que apresenta melhores resultados.

Finalmente, compararam-se os resultados deste modelo com os do modelo linear, através da análise do SQD entre os valores experimentais e os valores calculados com base na coesão aparente e no ângulo de atrito das aproximações às envolventes lineares de Mohr-Coulomb correspondentes e verificou-se que este último apresenta melhores resultados em 240 ensaios (74% do total) e que, o modelo 2, considerado o melhor modelo que contempla o desgaste, apresenta os melhores resultados em 86 ensaios (26%). Estes valores encontram-se sombreados a verde e encarnado respetivamente nas linhas referentes aos valores de SQD das tabelas do Anexo B.

Salienta-se que, como os valores de SQD para o modelo 2 são calculados com os valores de três desvios entre valores calculados e experimentais e os valores de SQD para a aproximação linear são calculados a partir de quatro; para as comparações referidas anteriormente os valores de SQD foram ponderados de acordo com esta relação.

As conclusões retiradas destes resultados devem ter em conta dois aspetos que, em termos estatísticos, conduzem a consequências contraditórias. Por um lado, o número de resultados experimentais muito significativo dá-lhes um valor relevante. Por outro, a comparação efetuada para modelos com graus de liberdade reduzidos e distintos: o modelo linear possui apenas dois graus de liberdade (quatro resultados experimentais menos dois parâmetros) e o modelo considerando o desgaste apenas um.

Tendo em conta estas considerações, as principais conclusões do presente estudo são, por um lado, que o procedimento com deslizamentos sucessivos e com recolocação da posição inicial, conduz a uma degradação da superfície das diaclases que, no modelo 2 se verificou em 297 ensaios (91% dos casos) devido a deslizamentos anteriores e em 271 ensaios (81% dos ensaios) ao longo de todos os deslizamentos do ensaio, o que leva a uma diminuição da sua resistência, mas, por outro lado, que a aproximação linear é adequada para modelar o comportamento tangencial na gama de valores da tensão normal a que os deslizamentos são efetuados.

Face à reconhecida impossibilidade de extrapolar a aproximação linear para valores da tensão normal próximos de 0, sugere-se a adoção de um modelo bilinear como o da Fig. 95, baseado no critério de

rotura de Patton (1966), para representar de forma conservativa os resultados dos ensaios de deslizamento de diaclases com uma aproximação de Coulomb sem coesão a partir da origem até à interseção da envolvente de rotura de Mohr-Coulomb que caracteriza os respetivos deslizamentos. Desta forma, resolve-se a extrapolação para valores da tensão normal reduzidos de forma conservativa e, como comprovado no presente trabalho, caracteriza-se de uma forma acertada o comportamento tangencial na gama de valores da tensão normal a que os deslizamentos são efetuados.

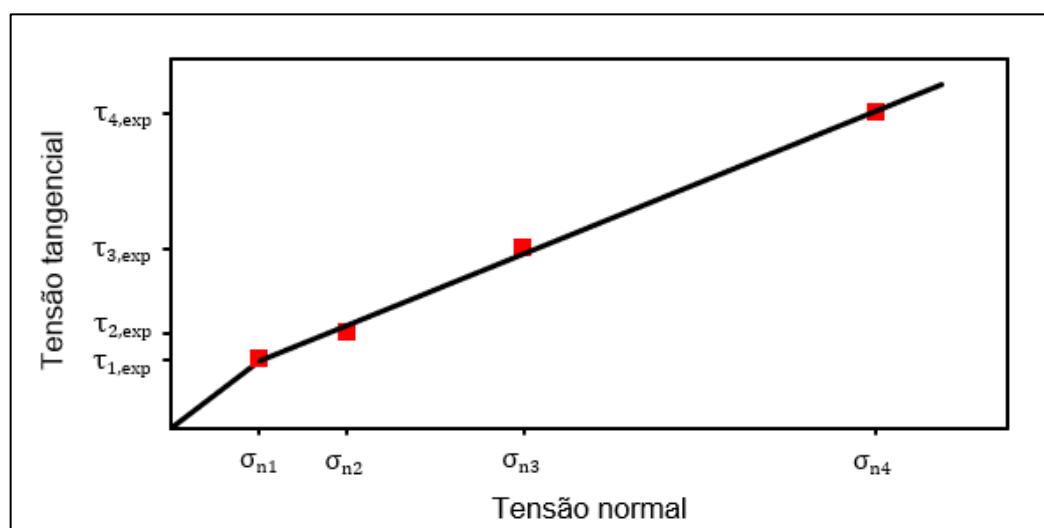


Fig. 95 - Modelo bilinear do comportamento tangencial de diaclases

5.2. DESENVOLVIMENTOS FUTUROS

No presente trabalho foi analisado o desgaste dos ensaios de corte por ação de deslizamentos sucessivos e comparado com o modelo linear de Mohr-Coulomb. Um possível estudo futuro seria a realização de uma análise semelhante mas efetuando a comparação com o modelo de Barton. Tal estudo seria baseado na execução de ensaios de deslizamento, para determinar as tensões tangenciais resistentes das diaclases, e de *tilt* e *push tests* e testes com o martelo de Schmidt segundo os procedimentos propostos por Barton (Barton e Choubey 1977), para determinar os valores de *JRC*, *JCS* e φ . Este estudo teria como objetivo final estimar a diminuição ou variação de cada um dos parâmetros do modelo de Barton com os deslizamentos sucessivos.

Para aprofundar o estudo do desgaste da superfície de diaclases em ensaios de deslizamento sucessivos com reposição da posição inicial da diaclase, também se poderia realizar um estudo que incluísse um conjunto de ensaios de deslizamento em que após as tensões normais usuais do procedimento de ensaio, se repetiam os deslizamentos com as tensões normais mais baixas. O que equivale a dizer que num ensaio realizado para quatro deslizamentos, sob tensões normais σ_{n1} , σ_{n2} , σ_{n3} e σ_{n4} , corresponderia a cinco deslizamentos ($\sigma_{n1} \rightarrow \sigma_{n2} \rightarrow \sigma_{n3} \rightarrow \sigma_{n4} \rightarrow \sigma_{n1}$) de forma a:

- Avaliar diretamente o desgaste ocorrido para o deslizamento com tensão normal mais baixa;
- Verificar se a envolvente de rotura que caracteriza o quinto deslizamento, considerando um modelo de Coulomb sem coesão, apresenta o ângulo de atrito residual que se verificou na envolvente dos primeiros quatro deslizamentos;

Outro estudo para avaliar o desgaste da superfície de diaclases em deslizamentos sucessivos poderia incluir ensaios de diaclases com dois ou mais deslizamentos realizados para a mesma tensão normal,

de forma a estabelecer diretamente o desgaste ocorrido na diaclase e a respetiva perda de resistência tangencial.

Chama-se a atenção que todos os três estudos apresentados se baseiam na realização de um número de ensaios significativo, o que implica a necessidade de mobilizar meios e encargos relevantes. Porém, considera-se que os seus resultados poderão trazer conclusões importantes para a compreensão deste tema que, eventualmente, poderão levar à redução de custos na realização dos ensaios na fase de estudos geotécnicos e à adoção de parâmetros de resistência menos conservativos na fase de projeto.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alejano, L. R., J. Muralha, R. Ulusay, C. C. Li, I. Pérez-Rey, H. Karakul, P. Chryssanthakis e Ö Aydan. 2018. *ISRM Suggested Method for Determining the Basic Friction Angle of Planar Rock Surfaces by Means of Tilt Tests*. *Rock Mechanics and Rock Engineering* 51. 3853-59. 10.1007/s00603-018-1627-6.
- Asadi, M. S., V. Rasouli e G. Barla. 2012. *A bonded particle model simulation of shear strength and asperity degradation for rough rock fractures*. *Rock Mechanics and Rock Engineering* 45. 649-75. 10.1007/s00603-012-0231-4.
- Barton, N. 1971. *A Relationship between Joint Roughness and Joint Shear Strength*. *International Symposium on Rock Mechanics*, 1-22.
- Barton, N. 1976. *The Shear Strength of Rock and Rock Joints*. *International Journal of Rock Mechanics and Mining Sciences* 13, 255-279.
- Barton, N. e V. Choubey. 1977. *The Shear Strength of Rock Joints in Theory and Practice*. *Rock Mechanics* 10, 1-54.
- Hoek, E. 2006. shear strength of discontinuities. In *Practical Rock Engineering*.
- Karami, A. e D. Stead. 2008. *Asperity degradation and damage in the direct shear test: A hybrid FEM/DEM approach*. *Rock Mechanics and Rock Engineering* 41, 229-266. 10.1007/s00603-007-0139-6.
- LNEC. 2009. *Procedimento dos Ensaios para a Determinação dos Parâmetros de Resistência*. NFOS/LNEC, Lisboa.
- Muralha, J. 1995. *Statistical description of shear parameters of joint sets*. 8th ISRM Congress, Tokyo.
- Muralha, J., G. Grasselli, B. Tatone, M. Blümel, P. Chryssanthakis e J. Yuqing. 2014. *ISRM Suggested Method for Laboratory Determination of the Shear Strength of Rock Joints: Revised Version*. *Rock Mechanics and Rock Engineering*. 10.1007/s00603-013-0519-z.
- Priest, S. D. 1993. *Discontinuity Analysis for Rock Engineering*. Chapman & Hall.
- Rocha, M. 1981. *Mecânica das Rochas*. LNEC, Lisboa.
- Stimpson, B. 1981. *A suggested technique for determining the basic friction angle of rock surfaces using core*. *International Journal of Rock Mechanics and Mining Sciences* 18: 63-65. 10.1016/0148-9062(81)90266-7.
- Vallejo, G., M. Ferrer, L. Ortuño e C. Oteo. 2002. *Ingeniería Geológica*. Pearson Educación.
- Wahlstrom, E. E. 1974. dams, dam foundations and reservoir sites. In *Developments in Geotechnical Engineering*, Elsevier.
- Wittke, W. 1990. *Rock Mechanics: Theory and Applications with Case Histories*. Springer-Verlag Berlin Heidelberg New York London Paris Tokyo Hong Kong Barcelona.

ANEXOS

ANEXO A

CARACTERIZAÇÃO DOS VALORES DOS ENSAIOS LABORATORIAIS

Tabela A1 - Resultados dos ensaios de deslizamento do conjunto A, provetes A484-A498

Tensão Tangencial (MPa)															
σ_n (MPa)	A484	A485	A486	A487	A488	A489	A490	A491	A492	A493	A494	A495	A496	A497	A498
0,4	0,458	0,280	0,541	0,520	0,351	0,345	0,346	0,374	0,418	0,325	0,354	0,513	0,351	0,300	0,396
0,8	0,725	0,590	0,711	0,574	0,561	0,524	0,601	0,517	0,937	0,526	0,545	0,773	0,428	0,510	0,712
1,6	1,240	1,127	1,302	1,316	1,049	0,893	1,133	0,973	1,406	1,107	1,165	1,684	0,848	0,910	1,132
3,2	2,026	2,121	2,400	2,284	1,955	2,118	2,144	1,705	2,196	2,339	1,868	3,299	1,649	1,636	2,027
Parâmetros do critério de Mohr-Coulomb															
	A484	A485	A486	A487	A488	A489	A490	A491	A492	A493	A494	A495	A496	A497	A498
c (MPa)	0,278	0,052	0,222	0,182	0,115	0,010	0,092	0,167	0,340	-0,022	0,161	0,045	0,101	0,127	0,211
tg (φ)	0,556	0,652	0,678	0,661	0,576	0,640	0,643	0,483	0,600	0,731	0,548	1,015	0,479	0,475	0,571
φ (°)	29,1	33,1	34,1	33,5	29,9	32,6	32,7	25,8	30,9	36,2	28,7	45,4	25,6	25,4	29,7
SQD	0,008	0,003	0,005	0,030	0,000	0,030	0,000	0,003	0,055	0,006	0,022	0,011	0,007	0,001	0,004
Dilatância (-)															
σ_n (MPa)	A484	A485	A486	A487	A488	A489	A490	A491	A492	A493	A494	A495	A496	A497	A498
0,4	0,216	0,183	0,288	0,142	0,177	0,170	0,250	0,170	0,313	0,062	0,170	0,325	0,155	0,169	0,273
0,8	0,226	0,126	0,290	0,162	0,166	0,123	0,224	0,148	0,263	0,074	0,175	0,291	0,109	0,139	0,243
1,6	0,185	0,109	0,263	0,099	0,153	0,099	0,204	0,088	0,235	0,011	0,107	0,247	0,108	0,068	0,211
3,2	0,125	0,091	0,225	0,069	0,137	0,097	0,193	0,012	0,166	0,040	0,125	0,189	0,092	0,013	0,190
Ângulo de dilatação, i (°)															
σ_n (MPa)	A484	A485	A486	A487	A488	A489	A490	A491	A492	A493	A494	A495	A496	A497	A498
0,4	12,2	10,4	16,1	8,1	10,0	9,6	14,0	9,7	17,4	3,6	9,6	18,0	8,8	9,6	15,3
0,8	12,7	7,2	16,2	9,2	9,4	7,0	12,6	8,4	14,8	4,2	9,9	16,2	6,2	7,9	13,6
1,6	10,5	6,2	14,8	5,6	8,7	5,6	11,6	5,1	13,2	0,6	6,1	13,9	6,1	3,9	11,9
3,2	7,1	5,2	12,7	3,9	7,8	5,6	10,9	0,7	9,5	2,3	7,1	10,7	5,2	0,7	10,7

Tabela A2 - Resultados dos ensaios de deslizamento do conjunto A, provetes A499-A509

Tensão Tangencial (MPa)											
σ_n (MPa)	A499	A500	A501	A502	A503	A504	A505	A506	A507	A508	A509
0,4	0,278	0,256	0,572	0,330	0,442	0,428	0,297	0,356	0,464	0,472	0,301
0,8	0,535	0,434	0,641	0,535	0,622	0,765	0,477	0,503	0,759	0,726	0,562
1,6	0,903	0,775	1,116	0,927	1,096	1,236	0,882	1,090	1,357	1,305	0,896
3,2	1,584	1,461	1,992	2,395	2,044	2,739	1,709	2,028	2,404	2,512	1,575
Parâmetros do critério de Mohr-Coulomb											
	A499	A500	A501	A502	A503	A504	A505	A506	A507	A508	A509
c (MPa)	0,139	0,087	0,291	-0,071	0,183	0,061	0,081	0,077	0,209	0,154	0,168
tg (φ)	0,457	0,429	0,526	0,745	0,579	0,820	0,507	0,612	0,692	0,733	0,444
φ (°)	24,6	23,2	27,8	36,7	30,1	39,4	26,9	31,5	34,7	36,3	23,9
SQD	0,004	0,000	0,011	0,055	0,002	0,026	0,000	0,006	0,003	0,001	0,004
Dilatância (-)											
σ_n (MPa)	A499	A500	A501	A502	A503	A504	A505	A506	A507	A508	A509
0,4	0,079	0,096	0,146	0,161	0,233	0,261	0,108	0,309	0,281	0,248	0,086
0,8	0,099	0,086	0,134	0,147	0,211	0,241	0,082	0,244	0,237	0,230	0,100
1,6	0,076	0,053	0,126	0,146	0,187	0,194	0,082	0,218	0,199	0,194	0,037
3,2	0,069	0,019	0,125	0,159	0,156	0,183	0,036	0,199	0,167	0,171	0,006
Ângulo de dilatância, i (°)											
σ_n (MPa)	A499	A500	A501	A502	A503	A504	A505	A506	A507	A508	A509
0,4	4,5	5,5	8,3	9,1	13,1	14,6	6,1	17,2	15,7	14,0	4,9
0,8	5,7	4,9	7,6	8,3	11,9	13,5	4,7	13,7	13,3	13,0	5,7
1,6	4,4	3,1	7,2	8,3	10,6	11,0	4,7	12,3	11,3	11,0	2,1
3,2	3,9	1,1	7,1	9,1	8,8	10,4	2,1	11,3	9,5	9,7	0,3

Tabela A3 - Resultados dos ensaios de deslizamento do conjunto B1, provetes B514-B533

Tensão Tangencial (MPa)														
σ_n (MPa)	B514	B515	B516	B518	B519	B520	B523	B524	B525	B526	B529	B530	B532	B533
0,4	0,253	0,197	0,249	0,435	0,399	0,282	0,542	0,389	0,189	0,411	0,161	0,401	0,286	0,470
0,8	0,409	0,496	0,496	0,695	0,598	0,463	0,739	0,603	0,365	0,753	0,329	0,571	0,495	0,750
1,6	0,829	0,793	0,891	0,989	1,182	0,959	0,893	1,096	-	1,089	0,672	0,856	1,182	1,389
3,2	1,735	1,546	1,615	2,331	2,058	1,782	2,631	1,684	0,867	2,158	1,310	2,276	2,099	-
Parâmetros do critério de Mohr-Coulomb														
	B514	B515	B516	B518	B519	B520	B523	B524	B525	B526	B529	B530	B532	B533
c (MPa)	0,002	0,059	0,091	0,103	0,160	0,059	0,278	0,052	0,222	0,182	0,092	0,167	-0,022	0,161
tg (φ)	0,537	0,466	0,481	0,673	0,600	0,541	0,556	0,652	0,678	0,661	0,643	0,483	0,731	0,548
φ (°)	28,2	25,0	25,7	33,9	30,9	28,4	29,1	33,1	34,1	33,5	32,7	25,8	36,2	28,7
SQD	0,003	0,007	0,003	0,049	0,006	0,002	0,305	0,212		1,018	0,325	0,053	0,212	
Dilatância (-)														
σ_n (MPa)	B514	B515	B516	B518	B519	B520	B523	B524	B525	B526	B529	B530	B532	B533
0,4	0,039	-0,002	0,040	0,085	0,081	0,047	0,147	0,109	0,025	0,122	0,032	0,116	0,011	0,175
0,8	0,018	0,002	0,006	0,087	0,062	0,046	0,129	0,115	0,031	0,099	0,034	0,098	0,017	0,142
1,6	0,019	-0,013	0,024	0,009	0,056	0,041	0,080	0,056	-	0,063	0,028	0,093	0,011	0,109
3,2	0,015	-0,015	-0,001	0,051	0,028	0,008	0,051	0,014	0,009	0,036	0,038	0,073	0,005	-
Ângulo de dilatância, i (°)														
σ_n (MPa)	B514	B515	B516	B518	B519	B520	B523	B524	B525	B526	B529	B530	B532	B533
0,4	2,2	-0,1	2,3	4,9	4,6	2,7	8,3	6,2	1,4	7,0	1,9	6,6	0,6	9,9
0,8	1,0	0,1	0,3	5,0	3,6	2,6	7,3	6,5	1,8	5,7	1,9	5,6	0,9	8,1
1,6	1,1	-0,7	1,4	0,5	3,2	2,3	4,5	3,2	-	3,6	1,6	5,3	0,6	6,2
3,2	0,9	-0,9	-0,1	2,9	1,6	0,5	2,9	0,8	0,5	2,0	2,2	4,2	0,3	-

Tabela A4 - Resultados dos ensaios de deslizamento do conjunto B1, provetes B535-B537

Tensão Tangencial (MPa)			
σ_n (MPa)	B535	B536	B537
0,4	0,435	0,356	0,261
0,8	0,704	0,555	0,461
1,6	1,448	0,885	0,911
3,2	2,695	1,944	1,720
Parâmetros do critério de Mohr-Coulomb			
	B535	B536	B537
c (MPa)	0,101	0,127	0,211
tg (φ)	0,479	0,475	0,571
φ (°)	25,6	25,4	29,7
SQD	1,534	0,092	0,220
Dilatância (-)			
σ_n (MPa)	B535	B536	B537
0,4	0,212	0,103	0,176
0,8	0,182	0,075	0,158
1,6	0,181	0,068	0,148
3,2	0,166	0,057	0,126
Ângulo de dilatância, i (°)			
σ_n (MPa)	B535	B536	B537
0,4	12,0	5,9	10,0
0,8	10,3	4,3	9,0
1,6	10,3	3,9	8,4
3,2	9,4	3,3	7,2

Tabela A5 - Resultados dos ensaios de deslizamento do conjunto B2, provetes B517-B544

Tensão Tangencial (MPa)														
σ_n (MPa)	B517	B521	B522	B527	B528	B531	B534	B538	B539	B540	B541	B542	B543	B544
0,4	0,238	0,410	0,649	0,460	0,275	0,378	0,537	0,193	0,422	0,362	0,475	0,513	0,272	0,522
0,8	0,577	0,759	0,937	0,514	0,434	0,635	0,861	0,538	0,785	0,595	0,801	0,822	0,544	0,752
1,6	1,014	1,355	1,638	1,292	-	1,268	1,600	1,015	1,478	1,153	1,402	1,457	1,039	1,320
3,2	1,908	2,356	2,958	2,227	-	2,525	2,691	1,710	2,811	2,025	2,362	2,841	1,983	2,451
Parâmetros do critério de Mohr-Coulomb														
	B517	B521	B522	B527	B528	B531	B534	B538	B539	B540	B541	B542	B543	B544
c (MPa)	0,061	0,190	0,299	0,115	0,010	0,340	0,045	0,139	0,087	0,291	-0,071	0,183	0,061	0,081
tg (φ)	0,582	0,686	0,831	0,576	0,640	0,600	1,015	0,457	0,429	0,526	0,745	0,579	0,820	0,507
φ (°)	30,2	34,5	39,7	29,9	32,6	30,9	45,4	24,6	23,2	27,8	36,7	30,1	39,4	26,9
SQD	0,006	0,009	0,001	0,155		0,147	0,375	0,050	2,469	0,036	0,219	0,812	0,651	0,869
Dilatância (-)														
σ_n (MPa)	B517	B521	B522	B527	B528	B531	B534	B538	B539	B540	B541	B542	B543	B544
0,4	0,065	0,108	0,234	0,149	0,042	0,085	0,193	0,095	0,136	0,125	0,180	0,175	0,032	0,173
0,8	0,059	0,094	0,120	0,136	0,028	0,081	0,176	0,109	0,139	-0,024	0,146	0,147	0,045	0,165
1,6	0,030	0,073	0,120	0,098	-	0,069	0,170	0,097	0,131	0,016	0,138	0,143	0,056	0,147
3,2	0,037	0,025	0,105	0,054	-	0,067	0,148	0,077	0,114	0,013	0,139	0,148	0,041	0,136
Ângulo de dilatância, i (°)														
σ_n (MPa)	B517	B521	B522	B527	B528	B531	B534	B538	B539	B540	B541	B542	B543	B544
0,4	3,7	6,2	13,2	8,5	2,4	4,9	10,9	5,4	7,7	7,1	10,2	9,9	1,8	9,8
0,8	3,4	5,4	6,8	7,7	1,6	4,6	10,0	6,2	7,9	-1,4	8,3	8,4	2,6	9,3
1,6	1,7	4,2	6,9	5,6	-	4,0	9,6	5,6	7,4	0,9	7,8	8,2	3,2	8,4
3,2	2,1	1,4	6,0	3,1	-	3,9	8,4	4,4	6,5	0,7	7,9	8,4	2,3	7,8

Tabela A6 - Resultados dos ensaios de deslizamento do conjunto C, provetes C573-C587

Tensão Tangencial (MPa)															
σ_n (MPa)	C573	C574	C575	C576	C577	C578	C579	C580	C581	C582	C583	C584	C585	C586	C587
0,4	0,260	0,274	0,284	0,213	0,205	0,246	0,223	0,191	0,336	0,311	0,389	0,691	0,409	0,405	0,300
0,8	0,566	0,568	0,427	0,374	0,359	0,426	0,320	0,329	0,508	0,475	0,660	1,074	0,706	0,566	0,546
1,6	0,996	1,140	0,795	0,688	0,691	0,904	0,766	0,642	0,963	0,911	1,128	1,735	1,229	1,134	1,056
3,2	1,789	2,347	1,487	1,326	1,371	1,574	1,360	1,333	1,747	1,822	2,120	3,116	2,314	2,203	1,988
Parâmetros do critério de Mohr-Coulomb															
	C573	C574	C575	C576	C577	C578	C579	C580	C581	C582	C583	C584	C585	C586	C587
c (MPa)	0,101	-0,028	0,097	0,055	0,029	0,071	0,041	0,008	0,126	0,060	0,152	0,363	0,149	0,093	0,069
tg (φ)	0,535	0,740	0,434	0,397	0,418	0,478	0,417	0,411	0,509	0,547	0,615	0,860	0,677	0,656	0,603
φ (°)	28,1	36,5	23,5	21,7	22,7	25,5	22,7	22,3	27,0	28,7	31,6	40,7	34,1	33,3	31,1
SQD	0,007	0,000	0,000	0,000	0,000	0,006	0,007	0,001	0,001	0,002	0,000	0,001	0,000	0,005	0,001
Dilatância (-)															
σ_n (MPa)	C573	C574	C575	C576	C577	C578	C579	C580	C581	C582	C583	C584	C585	C586	C587
0,4	0,076	0,153	0,077	0,030	0,107	0,029	0,025	0,021	0,079	0,099	0,166	0,316	0,177	0,126	0,124
0,8	0,073	0,082	0,070	0,008	0,087	0,022	0,034	0,010	0,046	0,046	0,142	0,260	0,165	0,122	0,105
1,6	0,048	0,133	0,084	0,002	0,091	0,014	0,027	-0,008	0,016	0,035	0,116	0,197	0,152	0,117	0,084
3,2	0,031	0,124	0,058	-0,019	0,078	0,002	0,069	0,008	0,014	0,025	0,090	0,153	0,124	0,090	0,065
Ângulo de dilatância, i (°)															
σ_n (MPa)	C573	C574	C575	C576	C577	C578	C579	C580	C581	C582	C583	C584	C585	C586	C587
0,4	4,3	8,7	4,4	1,7	6,1	1,7	1,4	1,2	4,5	5,6	9,4	17,5	10,0	7,2	7,1
0,8	4,2	4,7	4,0	0,5	5,0	1,3	2,0	0,6	2,7	2,6	8,1	14,6	9,4	7,0	6,0
1,6	2,7	7,6	4,8	0,1	5,2	0,8	1,5	-0,4	0,9	2,0	6,6	11,2	8,6	6,7	4,8
3,2	1,8	7,0	3,3	-1,1	4,5	0,1	3,9	0,5	0,8	1,4	5,1	8,7	7,1	5,1	3,7

Tabela A7 - Resultados dos ensaios de deslizamento do conjunto C, provetes C588-C594

Tensão Tangencial (MPa)							
σ_n (MPa)	C588	C589	C590	C591	C592	C593	C594
0,4	0,312	0,266	0,200	0,198	0,202	0,263	0,210
0,8	0,512	0,560	0,403	0,361	0,239	0,366	0,285
1,6	0,980	1,054	0,757	0,696	0,831	0,906	0,574
3,2	1,894	2,056	1,545	1,503	1,591	1,708	1,449
Parâmetros do critério de Mohr-Coulomb							
	C588	C589	C590	C591	C592	C593	C594
c (MPa)	0,072	0,034	0,009	-0,013	-0,066	0,012	-0,052
tg (φ)	0,568	0,634	0,478	0,468	0,521	0,532	0,454
φ (°)	29,6	32,4	25,6	25,1	27,5	28,0	24,4
SQD	0,000	0,001	0,000	0,003	0,020	0,008	0,020
Dilatância (-)							
σ_n (MPa)	C588	C589	C590	C591	C592	C593	C594
0,4	0,154	0,112	0,028	0,051	0,071	0,080	0,125
0,8	0,109	0,107	0,025	0,014	0,049	0,072	0,110
1,6	0,099	0,092	0,020	0,029	0,030	0,061	0,069
3,2	0,080	0,072	0,003	0,027	0,011	0,045	0,035
Ângulo de dilatância, i (°)							
σ_n (MPa)	C588	C589	C590	C591	C592	C593	C594
0,4	8,8	6,4	1,6	2,9	4,1	4,6	7,1
0,8	6,2	6,1	1,5	0,8	2,8	4,1	6,3
1,6	5,6	5,3	1,1	1,6	1,7	3,5	4,0
3,2	4,6	4,1	0,2	1,5	0,6	2,6	2,0

Tabela A8 - Resultados dos ensaios de deslizamento do conjunto D, provetes D300-D390

Tensão Tangencial (MPa)															
σ_n (MPa)	D300	D301	D302	D303	D304	D305	D306	D307	D308	D309	D335	D336	D337	D389	D390
0,4	0,394	0,520	0,513	0,488	0,487	0,425	0,583	0,406	0,308	0,377	0,460	0,522	0,417	0,405	0,450
0,8	0,702	0,796	0,834	0,771	0,847	0,988	1,163	0,598	0,585	0,597	0,815	0,805	0,877	0,679	0,664
1,6	1,272	1,346	1,588	1,306	1,331	1,821	2,072	1,240	0,911	1,073	1,481	1,531	1,415	1,387	1,259
3,2	2,384	2,624	3,118	2,273	3,240	3,377	3,964	2,085	1,785	2,059	2,781	2,683	2,757	2,475	2,460
Parâmetros do critério de Mohr-Coulomb															
	D300	D301	D302	D303	D304	D305	D306	D307	D308	D309	D335	D336	D337	D389	D390
c (MPa)	0,127	0,191	0,107	0,258	0,004	0,099	0,155	0,168	0,122	0,122	0,145	0,219	0,142	0,120	0,116
tg (φ)	0,708	0,753	0,937	0,634	0,981	1,036	1,194	0,610	0,517	0,603	0,826	0,778	0,816	0,745	0,728
φ (°)	35,3	37,0	43,1	32,4	44,5	46,0	50,0	31,4	27,3	31,1	39,6	37,9	39,2	36,7	36,1
SQD	0,001	0,004	0,002	0,002	0,080	0,017	0,005	0,014	0,004	0,001	0,001	0,007	0,010	0,008	0,004
Dilatância (-)															
σ_n (MPa)	D300	D301	D302	D303	D304	D305	D306	D307	D308	D309	D335	D336	D337	D389	D390
0,4	0,134	0,194	0,304	0,153	0,266	0,418	0,329	0,094	0,154	0,144	0,133	0,290	0,217	0,145	0,128
0,8	0,128	0,138	0,251	0,127	0,254	0,167	0,394	0,080	0,111	0,147	0,141	0,233	0,217	0,151	0,135
1,6	0,105	0,116	0,223	0,055	0,231	0,136	0,318	0,072	0,083	0,131	0,119	0,183	0,176	0,163	0,126
3,2	0,104	0,090	0,198	0,019	0,214	0,127	0,289	0,058	0,082	0,116	0,112	0,127	0,134	0,127	0,117
Ângulo de dilatância, i (°)															
σ_n (MPa)	D300	D301	D302	D303	D304	D305	D306	D307	D308	D309	D335	D336	D337	D389	D390
0,4	7,6	11,0	16,9	8,7	14,9	22,7	18,2	5,4	8,8	8,2	7,6	16,2	12,2	8,3	7,3
0,8	7,3	7,9	14,1	7,2	14,3	9,5	21,5	4,6	6,3	8,4	8,0	13,1	12,2	8,6	7,7
1,6	6,0	6,6	12,6	3,1	13,0	7,7	17,6	4,1	4,7	7,5	6,8	10,4	10,0	9,3	7,2
3,2	5,9	5,1	11,2	1,1	12,1	7,2	16,1	3,3	4,7	6,6	6,4	7,2	7,6	7,2	6,7

Tabela A9 - Resultados dos ensaios de deslizamento do conjunto D, provetes D391-D395

Tensão Tangencial (MPa)					
σ_n (MPa)	D391	D392	D393	D394	D395
0,4	0,374	0,362	0,589	0,280	0,372
0,8	0,643	0,766	1,004	0,483	0,698
1,6	0,981	1,567	1,683	1,015	1,325
3,2	2,155	2,981	3,206	1,830	2,504
Parâmetros do critério de Mohr-Coulomb					
	D391	D392	D393	D394	D395
c (MPa)	0,093	0,020	0,229	0,065	0,086
tg (φ)	0,631	0,933	0,928	0,558	0,759
φ (°)	32,2	43,0	42,9	29,2	37,2
SQD	0,019	0,005	0,002	0,005	0,001
Dilatância (-)					
σ_n (MPa)	D391	D392	D393	D394	D395
0,4	0,092	0,221	0,225	0,136	0,146
0,8	0,105	0,213	0,227	0,117	0,148
1,6	0,054	0,204	0,217	0,104	0,122
3,2	0,094	0,180	0,213	0,102	0,109
Ângulo de dilatância, i (°)					
σ_n (MPa)	D391	D392	D393	D394	D395
0,4	5,3	12,5	12,7	7,7	8,3
0,8	6,0	12,0	12,8	6,7	8,4
1,6	3,1	11,5	12,2	5,9	7,0
3,2	5,4	10,2	12,0	5,8	6,2

Tabela A10 - Resultados dos ensaios de deslizamento do conjunto E, provetes E595-E622

Tensão Tangencial (MPa)															
σ_n (MPa)	E595	E596	E597	E598	E599	E600	E601	E602	E603	E604	E605	E606	E607	E608	E622
0,4	0,413	0,494	0,427	0,354	0,324	0,543	0,374	0,498	0,503	0,493	0,530	0,408	0,602	0,415	0,434
0,8	0,756	0,608	0,663	0,688	0,579	0,795	0,774	0,748	0,899	0,773	0,936	0,668	0,921	0,709	0,631
1,6	1,402	0,806	1,256	1,289	1,006	1,383	1,444	1,417	1,591	1,432	1,704	1,155	1,584	1,088	1,143
3,2	2,462	1,103	2,342	2,394	1,993	2,013	2,711	2,861	2,989	2,632	3,060		2,850	1,635	2,133
Parâmetros do critério de Mohr-Coulomb															
	E595	E596	E597	E598	E599	E600	E601	E602	E603	E604	E605	E606	E607	E608	E622
c (MPa)	0,168	0,431	0,137	0,096	0,086	0,399	0,087	0,099	0,172	0,180	0,209	0,164	0,284	0,330	0,165
tg (φ)	0,727	0,215	0,690	0,723	0,593	0,523	0,826	0,855	0,882	0,768	0,899	0,621	0,804	0,421	0,614
φ (°)	36,0	12,1	34,6	35,9	30,7	27,6	39,6	40,5	41,4	37,5	42,0	31,8	38,8	22,8	31,5
SQD	0,008	0,002	0,001	0,003	0,001	0,030	0,004	0,008	0,001	0,001	0,005		0,000	0,018	0,001
Dilatância (-)															
σ_n (MPa)	E595	E596	E597	E598	E599	E600	E601	E602	E603	E604	E605	E606	E607	E608	E622
0,4	0,226	0,061	0,189	0,172	0,098	0,223	0,262	0,216	0,305	0,221	0,243	0,105	0,249	0,095	0,152
0,8	0,184	-0,011	0,151	0,121	0,069	0,158	0,224	0,169	0,221	0,201	0,242	0,036	0,200	0,048	0,138
1,6	0,155	-0,017	0,117	0,106	0,055	0,124	0,192	0,147	0,190	0,174	0,218	0,008	0,161	-0,009	0,123
3,2	0,123	-0,004	0,090	0,093	0,052	-0,008	0,107	0,035	0,169	0,131	0,178		0,117	-0,038	0,114
Ângulo de dilatância, i (°)															
σ_n (MPa)	E595	E596	E597	E598	E599	E600	E601	E602	E603	E604	E605	E606	E607	E608	E622
0,4	12,7	3,5	10,7	9,8	5,6	12,6	14,7	12,2	16,9	12,5	13,7	6,0	14,0	5,4	8,7
0,8	10,4	-0,6	8,6	6,9	4,0	9,0	12,6	9,6	12,4	11,4	13,6	2,1	11,3	2,7	7,9
1,6	8,8	-1,0	6,7	6,0	3,2	7,0	10,9	8,4	10,7	9,9	12,3	0,5	9,2	-0,5	7,0
3,2	7,0	-0,3	5,1	5,3	3,0	-0,5	6,1	2,0	9,6	7,5	10,1	0,0	6,7	-2,2	6,5

Tabela A11 - Resultados dos ensaios de deslizamento do conjunto E, provetes E623-E625

Tensão Tangencial (MPa)			
σ_n (MPa)	E623	E624	E625
0,4	0,543	0,344	0,403
0,8	0,820	0,575	0,598
1,6	1,471	1,024	1,175
3,2	2,528	2,457	2,410
Parâmetros do critério de Mohr-Coulomb			
	E623	E624	E625
c (MPa)	0,273	-0,041	0,053
tg (φ)	0,712	0,760	0,729
φ (°)	35,4	37,2	36,1
SQD	0,005	0,034	0,007
Dilatância (-)			
σ_n (MPa)	E623	E624	E625
0,4	0,293	0,119	0,171
0,8	0,275	0,103	0,170
1,6	0,253	0,091	0,161
3,2	0,209	0,065	0,144
Ângulo de dilatância, i (°)			
σ_n (MPa)	E623	E624	E625
0,4	16,3	6,8	9,7
0,8	15,4	5,9	9,6
1,6	14,2	5,2	9,1
3,2	11,8	3,7	8,2

Tabela A12 - Resultados dos ensaios de deslizamento do conjunto F, provetes F21-F35

Tensão Tangencial (MPa)															
σ_n (MPa)	F21	F22	F23	F24	F25	F26	F27	F28	F29	F30	F31	F32	F33	F34	F35
0,4	0,394	0,276	0,295	0,390	0,500	0,543	0,486	0,298	0,646	0,474	0,407	0,384	0,350	0,510	0,324
0,8	0,685	0,538	0,722	0,815	1,129	1,034	0,743	0,469	0,871	0,783	0,783	0,689	0,740	0,884	0,628
1,6	1,216	0,785	1,106	1,417	1,869	1,751	1,327	1,068	1,721	1,723	1,347	1,270	1,342	1,480	1,154
3,2	2,283	1,637	2,445	2,814	2,811	3,182	2,584	2,178	3,113	3,240	2,545	2,442	2,712	2,911	2,285
Parâmetros do critério de Mohr-Coulomb															
	F21	F22	F23	F24	F25	F26	F27	F28	F29	F30	F31	F32	F33	F34	F35
c (MPa)	0,137	0,098	0,021	0,078	0,395	0,237	0,153	-0,025	0,237	0,051	0,141	0,096	0,034	0,169	0,053
tg (φ)	0,671	0,474	0,747	0,854	0,788	0,927	0,754	0,686	0,901	1,002	0,753	0,733	0,835	0,852	0,697
φ (°)	33,9	25,4	36,8	40,5	38,2	42,8	37,0	34,4	42,0	45,1	37,0	36,3	39,9	40,4	34,9
SQD	0,000	0,009	0,025	0,004	0,112	0,009	0,003	0,005	0,012	0,010	0,003	0,000	0,003	0,004	0,001
Dilatância (-)															
σ_n (MPa)	F21	F22	F23	F24	F25	F26	F27	F28	F29	F30	F31	F32	F33	F34	F35
0,4	0,196	0,022	0,202	0,284	0,440	0,264	0,215	0,193	0,354	0,302	0,095	0,238	0,235	0,300	0,135
0,8	0,177	0,023	0,193	0,242	0,390	0,268	0,200	0,145	0,298	0,272	0,107	0,212	0,183	0,250	0,129
1,6	0,118	-0,043	0,166	0,182	0,330	0,245	0,183	0,175	0,252	0,236	0,072	0,182	0,165	0,195	0,103
3,2	0,093	-0,017	0,135	0,163	0,147	0,221	0,155	0,149	0,252	0,219	0,106	0,150	0,156	0,185	0,053
Ângulo de dilatância, i (°)															
σ_n (MPa)	F21	F22	F23	F24	F25	F26	F27	F28	F29	F30	F31	F32	F33	F34	F35
0,4	11,1	1,2	11,4	15,9	23,7	14,8	12,1	10,9	19,5	16,8	5,5	13,4	13,2	16,7	7,7
0,8	10,0	1,3	10,9	13,6	21,3	15,0	11,3	8,2	16,6	15,2	6,1	12,0	10,4	14,0	7,4
1,6	6,7	-2,5	9,4	10,3	18,2	13,8	10,4	9,9	14,2	13,3	4,1	10,3	9,4	11,0	5,9
3,2	5,3	-1,0	7,7	9,3	8,3	12,5	8,8	8,5	14,1	12,3	6,1	8,5	8,8	10,5	3,1

Tabela A13 - Resultados dos ensaios de deslizamento do conjunto F1, provetes F36-F206

Tensão Tangencial (MPa)										
σ_n (MPa)	F36	F37	F38	F39	F116	F117	F118	F204	F205	F206
0,4	0,457	0,356	0,317	0,380	0,368	0,343	0,389	0,586	0,440	0,462
0,8	0,670	0,712	0,612	0,678	0,559	0,576	0,671	0,985	0,801	0,828
1,6	1,454	1,453	1,179	1,344	1,060	1,013	1,196	1,814	1,495	1,453
3,2	2,816	2,928	2,348	2,774	1,947	1,780	1,716	3,138	2,738	2,595
Parâmetros do critério de Mohr-Coulomb										
	F36	F37	F38	F39	F116	F117	F118	F204	F205	F206
c (MPa)	0,058	-0,018	0,027	0,004	0,129	0,163	0,295	0,267	0,143	0,203
tg (φ)	0,861	0,920	0,724	0,860	0,569	0,510	0,465	0,909	0,817	0,754
φ (°)	40,7	42,6	35,9	40,7	29,7	27,0	24,9	42,3	39,3	37,0
SQD	0,009	0,000	0,000	0,003	0,001	0,002	0,038	0,012	0,003	0,005
Dilatância (-)										
σ_n (MPa)	F36	F37	F38	F39	F116	F117	F118	F204	F205	F206
0,4	0,230	0,250	0,126	0,195	0,083	0,156	0,258	0,298	0,248	0,225
0,8	0,160	0,189	0,103	0,156	0,191	0,131	0,231	0,313	0,213	0,191
1,6	0,150	0,188	0,075	0,152	0,153	0,084	0,124	0,283	0,196	0,173
3,2	0,153	0,161	0,051	0,135	0,113	-0,016	-0,354	0,192	0,176	0,096
Ângulo de dilatância, i (°)										
σ_n (MPa)	F36	F37	F38	F39	F116	F117	F118	F204	F205	F206
0,4	13,0	14,0	7,2	11,0	4,7	8,9	14,4	16,6	13,9	12,7
0,8	9,1	10,7	5,9	8,9	10,8	7,4	13,0	17,4	12,1	10,8
1,6	8,5	10,7	4,3	8,6	8,7	4,8	7,1	15,8	11,1	9,8
3,2	8,7	9,2	2,9	7,7	6,5	-0,9	-19,5	10,8	10,0	5,5

Tabela A14 - Resultados dos ensaios de deslizamento do conjunto F2, provetes F113-F115

Tensão Tangencial (MPa)			
σ_n (MPa)	F113	F114	F115
0,4	0,425	0,336	0,321
0,8	0,589	0,421	0,532
1,6	1,170	1,074	1,321
3,2	2,088	1,986	2,462
Parâmetros do critério de Mohr-Coulomb			
	F113	F114	F115
c (MPa)	0,159	0,035	-0,013
tg (φ)	0,606	0,613	0,781
φ (°)	31,2	31,5	38,0
SQD	0,005	0,017	0,015
Dilatância (-)			
σ_n (MPa)	F113	F114	F115
0,4	0,169	0,072	0,198
0,8	0,092	0,007	0,193
1,6	0,119	0,062	0,177
3,2	0,027	0,030	0,117
Ângulo de dilatância, i (°)			
σ_n (MPa)	F113	F114	F115
0,4	9,6	4,1	11,2
0,8	5,2	0,4	10,9
1,6	6,8	3,6	10,0
3,2	1,6	1,7	6,6

Tabela A15 - Resultados dos ensaios de deslizamento do conjunto G, provetes G51-G61

Tensão Tangencial (MPa)											
σ_n (MPa)	G51	G52	G53	G54	G55	G56	G57	G58	G59	G60	G61
0,4	0,548	0,334	0,349	0,494	0,388	0,514	0,435	0,270	0,463	0,379	0,241
0,8	0,874	0,666	0,696	0,802	0,620	0,770	0,736	0,475	0,804	0,628	0,717
1,6	1,262	1,322	1,172	1,305	1,094	1,521	1,383	0,873	1,490	1,143	1,256
3,2	2,251	2,172	2,491	2,459	1,989	2,646	2,163	1,626	2,644	2,156	2,365
Parâmetros do critério de Mohr-Coulomb											
	G51	G52	G53	G54	G55	G56	G57	G58	G59	G60	G61
c (MPa)	0,340	0,148	0,042	0,219	0,165	0,206	0,259	0,086	0,186	0,123	0,043
tg (φ)	0,595	0,650	0,757	0,697	0,572	0,771	0,614	0,483	0,776	0,635	0,734
φ (°)	30,8	33,0	37,1	34,9	29,8	37,6	31,5	25,8	37,8	32,4	36,3
SQD	0,005	0,027	0,010	0,002	0,000	0,010	0,029	0,000	0,006	0,000	0,019
Dilatância (-)											
σ_n (MPa)	G51	G52	G53	G54	G55	G56	G57	G58	G59	G60	G61
0,4	0,145	0,203	0,306	0,210	0,141	0,239	0,139	-0,014	0,241	0,070	0,177
0,8	0,125	0,160	0,278	0,220	0,157	0,190	0,114	-0,008	0,188	0,041	0,143
1,6	0,045	0,143	0,271	0,159	0,143	0,182	0,110	-0,002	0,176	0,052	0,065
3,2	-0,007	0,113	0,251	0,147	0,127	0,171	0,107	-0,017	0,066	0,039	0,052
Ângulo de dilatância, i (°)											
σ_n (MPa)	G51	G52	G53	G54	G55	G56	G57	G58	G59	G60	G61
0,4	8,3	11,5	17,0	11,9	8,0	13,4	7,9	-0,8	13,5	4,0	10,0
0,8	7,1	9,1	15,5	12,4	8,9	10,8	6,5	-0,5	10,6	2,3	8,1
1,6	2,6	8,1	15,2	9,0	8,1	10,3	6,3	-0,1	10,0	3,0	3,7
3,2	-0,4	6,4	14,1	8,4	7,2	9,7	6,1	-1,0	3,8	2,2	3,0

Tabela A16 - Resultados dos ensaios de deslizamento do conjunto H, provetes H62-H76

Tensão Tangencial (MPa)															
σ_n (MPa)	H62	H63	H64	H65	H66	H67	H68	H69	H70	H71	H72	H73	H74	H75	H76
0,4	0,322	0,367	0,355	0,396	0,580	0,338	0,469	0,393	0,383	0,410	0,339	0,353	0,392	0,358	0,461
0,8	0,711	0,626	0,665	0,764	0,985	0,478	0,688	0,630	0,667	0,713	0,435	0,562	0,838	0,650	0,773
1,6	1,275	1,103	1,025	1,207	1,706	0,889	1,089	1,205	1,196	1,268	0,767	1,144	1,567	1,110	1,181
3,2	2,299	1,783	1,932	2,364	2,928	1,524	1,984	2,185	2,058	1,825	1,652	2,192	2,660	2,193	2,361
Parâmetros do critério de Mohr-Coulomb															
	H62	H63	H64	H65	H66	H67	H68	H69	H70	H71	H72	H73	H74	H75	H76
c (MPa)	0,113	0,220	0,169	0,150	0,304	0,164	0,247	0,137	0,186	0,311	0,078	0,066	0,171	0,103	0,188
tg (φ)	0,692	0,500	0,550	0,689	0,831	0,429	0,540	0,644	0,593	0,495	0,480	0,665	0,796	0,650	0,670
φ (°)	34,7	26,6	28,8	34,6	39,7	23,2	28,4	32,8	30,7	26,3	25,6	33,6	38,5	33,0	33,8
SQD	0,010	0,011	0,005	0,007	0,010	0,002	0,001	0,002	0,006	0,042	0,013	0,002	0,029	0,002	0,010
Dilatância (-)															
σ_n (MPa)	H62	H63	H64	H65	H66	H67	H68	H69	H70	H71	H72	H73	H74	H75	H76
0,4	0,151	0,120	0,160	0,218	0,304	0,110	0,168	0,166	0,198	0,190	0,080	0,147	0,241	0,133	0,214
0,8	0,152	0,094	0,148	0,193	0,280	0,045	0,125	0,163	0,164	0,196	0,072	0,148	0,207	0,101	0,181
1,6	0,135	0,091	0,129	0,141	0,232	0,016	0,069	0,153	0,138	0,159	0,076	0,142	0,197	0,079	0,141
3,2	0,117	0,064	0,113	0,112	0,203	-0,024	0,037	0,120	0,108	0,083	0,049	0,129	0,167	0,075	0,107
Ângulo de dilatância, i (°)															
σ_n (MPa)	H62	H63	H64	H65	H66	H67	H68	H69	H70	H71	H72	H73	H74	H75	H76
0,4	8,6	6,9	9,1	12,3	16,9	6,3	9,5	9,4	11,2	10,7	4,6	8,4	13,5	7,6	12,1
0,8	8,7	5,4	8,4	10,9	15,6	2,6	7,1	9,3	9,3	11,1	4,1	8,4	11,7	5,8	10,2
1,6	7,7	5,2	7,4	8,0	13,1	0,9	3,9	8,7	7,9	9,0	4,4	8,1	11,1	4,5	8,0
3,2	6,7	3,7	6,4	6,4	11,5	-1,4	2,1	6,8	6,1	4,7	2,8	7,4	9,5	4,3	6,1

Tabela A17 - Resultados dos ensaios de deslizamento do conjunto I, provetes I254-I268

Tensão Tangencial (MPa)															
σ_n (MPa)	I254	I255	I256	I257	I258	I259	I260	I261	I262	I263	I264	I265	I266	I267	I268
0,4	0,320	0,354	0,233	0,304	0,363	0,347	0,191	0,377	0,434	0,363	0,192	0,347	0,381	0,367	0,353
0,8	-	0,638	0,359	0,642	0,573	0,514	0,397	0,592	0,624	0,646	0,345	0,634	0,632	0,727	0,615
1,6	1,483	1,115	0,976	1,138	1,188	0,754	1,001	1,163	0,959	1,035	0,768	1,323	1,046	1,175	1,187
3,2	2,268	2,431	2,125	2,580	2,342	1,456	1,954	2,636	2,118	2,500	1,503	2,299	2,149	1,978	-
Parâmetros do critério de Mohr-Coulomb															
	I254	I255	I256	I257	I258	I259	I260	I261	I262	I263	I264	I265	I266	I267	I268
c (MPa)	0,170	0,023	-0,121	-0,045	0,041	0,178	-0,071	-0,036	0,126	-0,006	-0,009	0,102	0,107	0,225	0,067
tg (φ)	0,685	0,741	0,696	0,808	0,717	0,393	0,638	0,819	0,605	0,761	0,474	0,699	0,630	0,558	0,697
φ (°)	34,4	36,5	34,8	38,9	35,6	21,5	32,5	39,3	31,2	37,3	25,4	35,0	32,2	29,2	34,9
SQD		0,012	0,012	0,016	0,003	0,004	0,005	0,023	0,026	0,042	0,001	0,014	0,006	0,014	
Dilatância (-)															
σ_n (MPa)	I254	I255	I256	I257	I258	I259	I260	I261	I262	I263	I264	I265	I266	I267	I268
0,4	0,195	0,159	0,031	0,084	0,122	0,020	0,040	0,176	0,140	0,150	0,111	0,219	0,199	0,182	0,231
0,8	-	0,143	0,019	0,066	0,070	0,020	0,025	0,176	0,116	0,152	0,107	0,199	0,165	0,171	0,212
1,6	0,158	0,144	0,010	0,060	0,059	-0,046	0,025	0,172	0,117	0,141	0,086	0,185	0,129	0,153	0,205
3,2	0,133	0,133	0,003	0,066	0,049	-0,164	0,016	0,140	0,058	0,119	0,072	0,132	0,095	0,131	-
Ângulo de dilatância, i (°)															
σ_n (MPa)	I254	I255	I256	I257	I258	I259	I260	I261	I262	I263	I264	I265	I266	I267	I268
0,4	11,0	9,0	1,8	4,8	7,0	1,1	2,3	10,0	8,0	8,5	6,3	12,4	11,3	10,3	13,0
0,8	-	8,1	1,1	3,8	4,0	1,1	1,4	10,0	6,6	8,6	6,1	11,3	9,4	9,7	12,0
1,6	9,0	8,2	0,6	3,4	3,4	-2,6	1,4	9,8	6,7	8,0	4,9	10,5	7,4	8,7	11,6
3,2	7,6	7,6	0,2	3,8	2,8	-9,3	0,9	8,0	3,3	6,8	4,1	7,5	5,4	7,5	-

Tabela A18 - Resultados dos ensaios de deslizamento do conjunto I, provetes I269-I271

Tensão Tangencial (MPa)			
σ_n (MPa)	I269	I270	I271
0,4	0,361	0,568	0,281
0,8	0,498	0,813	0,544
1,6	1,109	1,659	0,902
3,2	2,026	2,549	1,640
Parâmetros do critério de Mohr-Coulomb			
	I269	I270	I271
c (MPa)	0,082	0,319	0,128
tg (φ)	0,611	0,719	0,476
φ (°)	31,4	35,7	25,4
SQD	0,009	0,049	0,003
Dilatância (-)			
σ_n (MPa)	I269	I270	I271
0,4	0,309	0,252	0,139
0,8	0,110	0,212	0,106
1,6	0,094	0,184	0,071
3,2	0,081	0,066	0,062
Ângulo de dilatância, i (°)			
σ_n (MPa)	I269	I270	I271
0,4	17,2	14,1	7,9
0,8	6,3	12,0	6,1
1,6	5,4	10,4	4,1
3,2	4,6	3,8	3,5

Tabela A19 - Resultados dos ensaios de deslizamento do conjunto J, provetes J626-J640

Tensão Tangencial (MPa)															
σ_n (MPa)	J626	J627	J628	J629	J630	J631	J632	J633	J634	J635	J636	J637	J638	J639	J640
0,4	0,287	0,329	0,435	0,575	0,378	0,274	0,369	0,151	0,339	0,292	0,390	0,422	0,268	0,228	0,224
0,8	0,451	0,532	0,622	0,755	0,560	0,463	0,515	0,321	0,565	0,707	0,617	0,628	0,465	0,400	0,369
1,6	0,851	1,006	1,061	1,176	0,990	0,748	0,911	0,595	1,064	1,161	1,304	1,272	0,861	0,668	0,685
3,2	1,575	1,716	1,864	2,092	2,269	1,441	1,748	1,114	1,949	2,160	2,265	2,202	1,726	1,379	1,297
Parâmetros do critério de Mohr-Coulomb															
	J626	J627	J628	J629	J630	J631	J632	J633	J634	J635	J636	J637	J638	J639	J640
c (MPa)	0,096	0,151	0,226	0,330	0,022	0,112	0,137	0,036	0,114	0,111	0,127	0,163	0,048	0,056	0,067
tg (φ)	0,463	0,496	0,513	0,546	0,685	0,413	0,499	0,340	0,576	0,646	0,678	0,645	0,522	0,409	0,384
φ (°)	24,9	26,4	27,2	28,6	34,4	22,4	26,5	18,8	30,0	32,9	34,1	32,8	27,5	22,2	21,0
SQD	0,000	0,005	0,000	0,002	0,026	0,001	0,002	0,001	0,001	0,013	0,012	0,009	0,001	0,002	0,000
Dilatância (-)															
σ_n (MPa)	J626	J627	J628	J629	J630	J631	J632	J633	J634	J635	J636	J637	J638	J639	J640
0,4	0,139	0,155	0,219	0,158	0,159	0,174	0,153	0,022	0,191	0,155	0,209	0,193	0,150	0,047	0,021
0,8	0,019	0,141	0,182	0,174	0,143	0,114	0,147	0,009	0,191	0,180	0,167	0,186	0,122	0,037	0,016
1,6	0,047	0,086	0,132	0,132	0,116	0,088	0,131	0,006	0,166	0,152	0,139	0,125	0,104	-0,004	0,003
3,2	0,041	0,105	0,096	0,096	0,092	0,055	0,105	0,002	0,118	0,141	0,110	0,101	0,091	-0,010	-0,015
Ângulo de dilatância, i (°)															
σ_n (MPa)	J626	J627	J628	J629	J630	J631	J632	J633	J634	J635	J636	J637	J638	J639	J640
0,4	7,9	8,8	12,4	9,0	9,0	9,8	8,7	1,3	10,8	8,8	11,8	10,9	8,5	2,7	1,2
0,8	1,1	8,0	10,3	9,9	8,1	6,5	8,4	0,5	10,8	10,2	9,5	10,6	6,9	2,1	0,9
1,6	2,7	4,9	7,5	7,5	6,6	5,0	7,5	0,4	9,4	8,7	7,9	7,1	5,9	-0,2	0,2
3,2	2,3	6,0	5,5	5,5	5,3	3,2	6,0	0,1	6,7	8,0	6,3	5,8	5,2	-0,6	-0,8

Tabela A20 - Resultados dos ensaios de deslizamento do conjunto J, provetes J641-J645

Tensão Tangencial (MPa)					
σ_n (MPa)	J641	J642	J643	J644	J645
0,4	0,273	0,211	0,432	0,430	0,288
0,8	0,363	0,355	0,632	0,622	0,467
1,6	0,772	0,802	1,150	1,262	0,846
3,2	1,438	1,538	1,923	2,236	1,470
Parâmetros do critério de Mohr-Coulomb					
	J641	J642	J643	J644	J645
c (MPa)	0,070	0,005	0,230	0,153	0,135
tg (φ)	0,428	0,481	0,536	0,656	0,422
φ (°)	23,2	25,7	28,2	33,3	22,9
SQD	0,004	0,002	0,005	0,007	0,002
Dilatância (-)					
σ_n (MPa)	J641	J642	J643	J644	J645
0,4	0,097	0,106	0,208	0,229	0,133
0,8	0,031	0,072	0,185	0,190	0,113
1,6	0,047	0,004	0,141	0,156	0,088
3,2	0,028	0,058	0,087	0,116	0,044
Ângulo de dilatância, i (°)					
σ_n (MPa)	J641	J642	J643	J644	J645
0,4	5,6	6,1	11,7	12,9	7,6
0,8	1,7	4,1	10,5	10,7	6,5
1,6	2,7	0,2	8,0	8,9	5,0
3,2	1,6	3,3	5,0	6,6	2,5

Tabela A21 - Resultados dos ensaios de deslizamento do conjunto L, provetes L123-L145

Tensão Tangencial (MPa)															
σ_n (MPa)	L123	L124	L125	L126	L127	L128	L129	L135	L137	L140	L141	L142	L143	L144	L145
0,4	0,482	0,383	0,353	0,428	0,343	0,627	0,322	0,459	0,412	0,372	0,316	0,364	0,337	0,275	0,346
0,8	0,910	0,668	0,834	0,553	0,586	1,069	0,669	0,666	0,646	0,689	0,690	0,626	0,564	0,454	0,656
1,6	1,433	1,202	1,439	0,993	1,073	1,839	1,196	1,237	1,298	1,358	1,286	1,288	1,071	0,883	1,115
3,2	2,569	2,171	2,644	1,999	1,982	3,253	2,175	2,134	2,298	2,548	2,427	2,453	2,035	1,862	2,338
Parâmetros do critério de Mohr-Coulomb															
	L123	L124	L125	L126	L127	L128	L129	L135	L137	L140	L141	L142	L143	L144	L145
c (MPa)	0,258	0,153	0,122	0,132	0,119	0,303	0,114	0,218	0,143	0,076	0,063	0,054	0,088	0,010	0,055
tg (φ)	0,727	0,635	0,797	0,574	0,585	0,930	0,651	0,604	0,681	0,777	0,744	0,752	0,609	0,573	0,706
φ (°)	36,0	32,4	38,6	29,8	30,3	42,9	33,1	31,1	34,2	37,9	36,7	37,0	31,3	29,8	35,2
SQD	0,010	0,002	0,016	0,010	0,001	0,006	0,006	0,004	0,007	0,002	0,004	0,002	0,000	0,004	0,007
Dilatância (-)															
σ_n (MPa)	L123	L124	L125	L126	L127	L128	L129	L135	L137	L140	L141	L142	L143	L144	L145
0,4	0,195	0,133	0,196	0,114	0,102	0,317	0,049	0,196	0,228	0,103	0,184	0,194	0,078	0,063	0,120
0,8	0,133	0,109	0,228	0,096	0,070	0,314	0,035	0,114	0,195	0,102	0,168	0,166	0,067	0,050	0,106
1,6	0,092	0,102	0,152	0,035	0,050	0,293	0,018	0,171	0,169	0,082	0,142	0,140	0,058	0,036	0,093
3,2	0,052	0,078	0,096	0,013	0,032	0,259	-0,025	0,118	0,142	0,063	0,123	0,108	0,051	0,005	0,079
Ângulo de dilatância, i (°)															
σ_n (MPa)	L123	L124	L125	L126	L127	L128	L129	L135	L137	L140	L141	L142	L143	L144	L145
0,4	11,0	7,6	11,1	6,5	5,8	17,6	2,8	11,1	12,8	5,9	10,4	11,0	4,5	3,6	6,8
0,8	7,6	6,2	12,9	5,5	4,0	17,4	2,0	6,5	11,0	5,8	9,5	9,4	3,9	2,9	6,1
1,6	5,3	5,8	8,6	2,0	2,9	16,3	1,0	9,7	9,6	4,7	8,1	8,0	3,3	2,0	5,3
3,2	3,0	4,4	5,5	0,7	1,8	14,5	-1,5	6,7	8,1	3,6	7,0	6,2	2,9	0,3	4,5

Tabela A22 - Resultados dos ensaios de deslizamento do conjunto L, provetes L146-L256

Tensão Tangencial (MPa)											
σ_n (MPa)	L146	L247	L248	L249	L250	L251	L252	L253	L254	L255	L256
0,4	0,453	0,231	0,314	0,354	0,352	0,337	0,535	0,271	0,433	0,489	0,304
0,8	0,691	0,659	0,564	0,659	0,678	0,577	0,859	0,535	0,810	0,897	0,626
1,6	1,266	1,134	1,071	1,213	1,205	1,179	1,479	1,042	1,407	1,635	1,072
3,2	2,623	2,232	2,035	2,407	2,152	2,056	2,874	1,826	2,867	3,009	2,260
Parâmetros do critério de Mohr-Coulomb											
	L146	L247	L248	L249	L250	L251	L252	L253	L254	L255	L256
c (MPa)	0,083	0,023	0,074	0,062	0,145	0,112	0,183	0,092	0,085	0,166	0,030
tg (φ)	0,783	0,694	0,614	0,731	0,634	0,617	0,836	0,551	0,863	0,894	0,690
φ (°)	38,1	34,8	31,6	36,2	32,4	31,7	39,9	28,9	40,8	41,8	34,6
SQD	0,010	0,012	0,000	0,001	0,005	0,009	0,002	0,007	0,005	0,003	0,006
Dilatância (-)											
σ_n (MPa)	L146	L247	L248	L249	L250	L251	L252	L253	L254	L255	L256
0,4	0,109	0,120	0,070	0,088	0,119	0,128	0,233	0,067	0,143	0,210	0,090
0,8	0,106	0,069	0,065	0,077	0,107	0,058	0,185	0,042	0,125	0,227	0,090
1,6	0,082	0,071	0,056	0,080	0,091	0,125	0,151	0,031	0,096	0,186	0,063
3,2	0,072	0,069	0,044	0,066	0,069	0,068	0,109	-0,001	0,080	0,204	0,073
Ângulo de dilatância, i (°)											
σ_n (MPa)	L146	L247	L248	L249	L250	L251	L252	L253	L254	L255	L256
0,4	6,2	6,8	4,0	5,0	6,8	7,3	13,1	3,8	8,2	11,9	5,1
0,8	6,0	3,9	3,7	4,4	6,1	3,3	10,5	2,4	7,1	12,8	5,1
1,6	4,7	4,1	3,2	4,6	5,2	7,1	8,6	1,8	5,5	10,5	3,6
3,2	4,1	3,9	2,5	3,8	4,0	3,9	6,2	0,0	4,6	11,5	4,2

Tabela A23 - Resultados dos ensaios de deslizamento do conjunto M, provetes M1-M19

Tensão Tangencial (MPa)																
σ_n (MPa)	M1	M1A	M2	M4	M5	M7	M8	M9	M10	M11	M12	M13	M14	M16	M17	M19
0,4	0,383	0,507	0,438	0,392	0,440	0,541	0,395	0,485	0,360	0,422	0,328	0,384	0,469	0,420	0,350	0,413
0,8	0,659	0,781	0,800	0,752	0,786	0,966	0,752	0,784	0,674	0,767	0,604	0,669	0,673	0,731	0,606	0,713
1,6	1,194	1,381	1,522	1,463	1,504	1,793	1,465	1,480	1,284	1,456	1,133	1,175	1,421	1,336	1,104	1,278
3,2	2,423	2,725	2,885	2,810	2,882	3,361	2,837	2,833	2,582	2,809	2,129	2,275	2,599	2,590	2,152	2,399
Parâmetros do critério de Mohr-Coulomb																
	M1	M1A	M2	M4	M5	M7	M8	M9	M10	M11	M12	M13	M14	M16	M17	M19
c (MPa)	0,071	0,153	0,102	0,061	0,093	0,158	0,055	0,130	0,035	0,085	0,087	0,117	0,125	0,108	0,088	0,140
tg (φ)	0,730	0,797	0,873	0,862	0,873	1,005	0,872	0,844	0,794	0,852	0,641	0,673	0,777	0,774	0,643	0,707
φ (°)	36,1	38,6	41,1	40,8	41,1	45,1	41,1	40,2	38,4	40,4	32,7	33,9	37,8	37,8	32,7	35,3
SQD	0,003	0,004	0,001	0,001	0,000	0,001	0,000	0,001	0,001	0,000	0,001	0,001	0,009	0,000	0,000	0,000
Dilatância (-)																
σ_n (MPa)	M1	M1A	M2	M4	M5	M7	M8	M9	M10	M11	M12	M13	M14	M16	M17	M19
0,4	0,133	0,151	0,185	0,191	0,208	0,326	0,160	0,167	0,153	0,221	0,078	0,153	0,195	0,165	0,097	0,076
0,8	0,138	0,171	0,158	0,163	0,192	0,265	0,166	0,188	0,139	0,221	0,053	0,123	0,087	0,141	0,081	0,169
1,6	0,104	0,160	0,141	0,146	0,190	0,253	0,140	0,170	0,112	0,195	0,071	0,091	0,102	0,121	0,054	0,118
3,2	0,092	0,167	0,125	0,118	0,186	0,256	0,115	0,147	0,104	0,160	0,054	0,083	0,102	0,113	0,049	0,094
Ângulo de dilatância, i (°)																
σ_n (MPa)	M1	M1A	M2	M4	M5	M7	M8	M9	M10	M11	M12	M13	M14	M16	M17	M19
0,4	7,6	8,6	10,5	10,8	11,8	18,0	9,1	9,5	8,7	12,4	4,5	8,7	11,0	9,4	5,5	4,3
0,8	7,8	9,7	9,0	9,3	10,9	14,8	9,4	10,6	7,9	12,4	3,1	7,0	5,0	8,0	4,7	9,6
1,6	6,0	9,1	8,0	8,3	10,8	14,2	7,9	9,7	6,4	11,0	4,1	5,2	5,8	6,9	3,1	6,7
3,2	5,3	9,5	7,1	6,7	10,6	14,3	6,5	8,4	6,0	9,1	3,1	4,8	5,8	6,4	2,8	5,4

Tabela A24 - Resultados dos ensaios de deslizamento do conjunto M, provetes M20-M40

Tensão Tangencial (MPa)															
σ_n (MPa)	M20	M21	M22	M26	M29	M30	M31	M32	M33	M34	M35	M36	M37	M39	M40
0,4	0,406	0,606	0,293	0,451	0,452	0,417	0,422	0,329	0,438	0,412	0,420	0,367	0,352	0,343	0,519
0,8	0,678	0,965	0,597	0,814	0,741	0,793	0,823	0,646	0,825	0,736	0,712	0,681	0,636	0,655	0,814
1,6	1,242	1,694	1,080	1,553	1,347	1,435	1,527	1,288	1,465	1,275	1,356	1,245	1,311	1,259	1,444
3,2	2,335	3,146	2,144	2,975	2,616	2,794	2,633	2,379	2,725	2,325	2,548	2,387	2,540	2,424	2,732
Parâmetros do critério de Mohr-Coulomb															
	M20	M21	M22	M26	M29	M30	M31	M32	M33	M34	M35	M36	M37	M39	M40
c (MPa)	0,131	0,241	0,046	0,096	0,126	0,095	0,181	0,065	0,150	0,173	0,115	0,093	0,030	0,059	0,187
tg (φ)	0,690	0,908	0,655	0,901	0,775	0,843	0,780	0,730	0,809	0,676	0,762	0,718	0,786	0,741	0,793
φ (°)	34,6	42,2	33,2	42,0	37,8	40,1	38,0	36,1	39,0	34,1	37,3	35,7	38,2	36,6	38,4
SQD	0,000	0,000	0,001	0,000	0,001	0,001	0,017	0,004	0,003	0,002	0,001	0,000	0,001	0,000	0,000
Dilatância (-)															
σ_n (MPa)	M20	M21	M22	M26	M29	M30	M31	M32	M33	M34	M35	M36	M37	M39	M40
0,4	0,155	0,225	0,107	0,114	0,276	0,190	0,221	0,102	0,191	0,159	0,175	0,196	0,154	0,145	0,226
0,8	0,134	0,178	0,084	0,156	0,179	0,188	0,203	0,086	0,164	0,118	0,133	0,190	0,131	0,129	0,201
1,6	0,094	0,180	0,056	0,158	0,165	0,158	0,191	0,074	0,149	0,089	0,110	0,129	0,115	0,113	0,114
3,2	0,092	0,133	0,049	0,163	0,126	0,134	0,139	0,063	0,151	0,072	0,092	0,104	0,095	0,090	0,120
Ângulo de dilatância, i (°)															
σ_n (MPa)	M20	M21	M22	M26	M29	M30	M31	M32	M33	M34	M35	M36	M37	M39	M40
0,4	8,8	12,7	6,1	6,5	15,4	10,8	12,5	5,8	10,8	9,1	9,9	11,1	8,8	8,3	12,7
0,8	7,7	10,1	4,8	8,9	10,2	10,6	11,5	4,9	9,3	6,7	7,6	10,8	7,4	7,3	11,3
1,6	5,4	10,2	3,2	9,0	9,4	9,0	10,8	4,2	8,5	5,1	6,3	7,4	6,6	6,4	6,5
3,2	5,3	7,6	2,8	9,2	7,2	7,7	7,9	3,6	8,6	4,1	5,3	5,9	5,4	5,1	6,8

Tabela A25 - Resultados dos ensaios de deslizamento do conjunto N, provetes N1-N15

Tensão Tangencial (MPa)															
σ_n (MPa)	N1	N2	N3	N4	N5	N6	N7	N8	N9	N10	N11	N12	N13	N14	N15
0,4	0,505	0,348	0,403	0,276	0,316	0,379	0,272	0,351	0,351	0,337	0,328	0,376	0,261	0,311	0,320
0,8	0,777	0,682	0,693	0,554	0,616	0,674	0,581	0,463	0,666	0,882	0,616	0,633	0,478	0,523	0,546
1,6	1,498	1,180	1,229	1,065	1,050	0,988	0,816	1,050	1,355	1,321	1,091	1,016	0,994	0,868	1,026
3,2	2,663	2,238	2,316	1,639	1,963	2,213	1,917	2,211	2,466	2,277	2,140	1,833	1,865	2,003	1,887
Parâmetros do critério de Mohr-Coulomb															
	N1	N2	N3	N4	N5	N6	N7	N8	N9	N10	N11	N12	N13	N14	N15
c (MPa)	0,194	0,113	0,139	0,165	0,118	0,094	0,037	-0,010	0,076	0,222	0,080	0,194	0,036	0,018	0,105
tg (φ)	0,778	0,666	0,681	0,479	0,579	0,646	0,573	0,686	0,756	0,655	0,642	0,513	0,576	0,605	0,560
φ (°)	37,9	33,7	34,3	25,6	30,1	32,9	29,8	34,4	37,1	33,2	32,7	27,2	29,9	31,2	29,2
SQD	0,005	0,002	0,000	0,028	0,002	0,027	0,028	0,015	0,007	0,044	0,001	0,001	0,002	0,019	0,001
Dilatância (-)															
σ_n (MPa)	N1	N2	N3	N4	N5	N6	N7	N8	N9	N10	N11	N12	N13	N14	N15
0,4	0,396	0,273	0,262	0,182	0,251	0,492	0,095	0,530	0,207	0,233	0,096	0,264	0,328	0,103	0,206
0,8	0,358	0,265	0,227	0,173	0,257	0,137	0,089	0,170	0,120	0,184	0,148	0,213	0,142	0,091	0,170
1,6	0,190	0,236	0,316	0,149	0,170	0,089	0,068	0,174	0,101	0,164	0,115	0,168	0,124	0,070	0,151
3,2	0,222	0,146	0,122	0,104	0,177	0,038	0,069	0,134	0,093	0,078	0,105	0,117	0,133	0,071	0,135
Ângulo de dilatância, i (°)															
σ_n (MPa)	N1	N2	N3	N4	N5	N6	N7	N8	N9	N10	N11	N12	N13	N14	N15
0,4	21,6	15,3	14,7	10,3	14,1	26,2	5,5	27,9	11,7	13,1	5,5	14,8	18,1	5,9	11,6
0,8	19,7	14,8	12,8	9,8	14,4	7,8	5,1	9,6	6,9	10,4	8,4	12,0	8,1	5,2	9,7
1,6	10,8	13,3	17,5	8,5	9,6	5,1	3,9	9,8	5,8	9,3	6,6	9,5	7,1	4,0	8,6
3,2	12,5	8,3	6,9	6,0	10,1	2,2	4,0	7,7	5,3	4,5	6,0	6,7	7,6	4,1	7,7

Tabela A26 - Resultados dos ensaios de deslizamento do conjunto N, provetes N16-N18

Tensão Tangencial (MPa)			
σ_n (MPa)	N16	N17	N18
0,4	0,425	0,393	0,268
0,8	0,778	0,757	0,445
1,6	1,439	1,429	1,009
3,2	2,834	2,493	1,883
Parâmetros do critério de Mohr-Coulomb			
	N16	N17	N18
c (MPa)	0,081	0,153	0,022
tg (φ)	0,858	0,743	0,586
φ (°)	40,6	36,6	30,4
SQD	0,000	0,012	0,005
Dilatância (-)			
σ_n (MPa)	N16	N17	N18
0,4	0,327	0,323	0,047
0,8	0,235	0,268	0,044
1,6	0,181	0,195	0,041
3,2	0,171	0,059	0,029
Ângulo de dilatância, i (°)			
σ_n (MPa)	N16	N17	N18
0,4	18,1	17,9	2,7
0,8	13,2	15,0	2,5
1,6	10,2	11,0	2,4
3,2	9,7	3,4	1,6

Tabela A27 - Resultados dos ensaios de deslizamento do conjunto O, provetes O43-O60

Tensão Tangencial (MPa)															
σ_n (MPa)	O43	O47	O48	O49	O50	O51	O52	O53	O54	O55	O56	O57	O58	O59	O60
0,25	0,230	0,280	0,248	0,292	0,164	0,387	0,192	0,126	0,193	0,209	0,167	0,204	0,155	0,225	0,277
0,50	0,354	0,485	0,453	0,348	0,279	0,585	0,301	0,261	0,293	0,284	0,340	0,360	0,300	0,333	0,498
1,00	0,702	0,868	0,789	0,708	0,534	1,170	0,571	0,526	0,606	0,658	0,638	0,670	0,619	0,644	0,868
2,00	1,298	1,652	1,434	1,344	1,074	2,196	1,091	1,042	1,076	1,310	1,297	1,325	1,159	1,212	1,691
Parâmetros do critério de Mohr-Coulomb															
	O43	O47	O48	O49	O50	O51	O52	O53	O54	O55	O56	O57	O58	O59	O60
c (MPa)	0,066	0,089	0,103	0,089	0,022	0,102	0,053	-0,001	0,062	0,008	0,008	0,038	0,020	0,067	0,081
tg (φ)	0,618	0,782	0,670	0,623	0,523	1,049	0,518	0,523	0,513	0,648	0,642	0,641	0,575	0,572	0,803
φ (°)	31,7	38,0	33,8	31,9	27,6	46,4	27,4	27,6	27,1	33,0	32,7	32,7	29,9	29,8	38,8
SQD	0,001	0,000	0,001	0,005	0,000	0,003	0,000	0,000	0,002	0,004	0,000	0,000	0,001	0,001	0,001
Dilatância (-)															
σ_n (MPa)	O43	O47	O48	O49	O50	O51	O52	O53	O54	O55	O56	O57	O58	O59	O60
0,25	0,135	0,210	0,111	0,119	0,013	0,254	0,074	0,002	0,019	0,074	0,055	0,076	0,098	0,000	0,160
0,50	0,138	0,200	0,116	0,081	0,009	0,272	0,070	-0,004	-0,005	0,063	0,055	0,074	0,081	0,050	0,159
1,00	0,126	0,177	0,107	0,081	0,007	0,279	0,047	-0,005	-0,018	0,066	0,050	0,068	0,062	0,050	0,124
2,00	0,113	0,148	0,065	0,079	0,005	0,263	0,021	-0,008	-0,018	0,064	0,048	0,057	0,061	0,046	0,109
Ângulo de dilatância, i (°)															
σ_n (MPa)	O43	O47	O48	O49	O50	O51	O52	O53	O54	O55	O56	O57	O58	O59	O60
0,25	7,7	11,9	6,4	6,8	0,7	14,3	4,2	0,1	1,1	4,2	3,1	4,3	5,6	0,0	9,1
0,50	7,8	11,3	6,6	4,7	0,5	15,2	4,0	-0,2	-0,3	3,6	3,1	4,3	4,6	2,9	9,0
1,00	7,2	10,1	6,1	4,6	0,4	15,6	2,7	-0,3	-1,0	3,8	2,9	3,9	3,6	2,9	7,1
2,00	6,4	8,4	3,7	4,5	0,3	14,7	1,2	-0,4	-1,0	3,6	2,8	3,3	3,5	2,6	6,2

Tabela A28 - Resultados dos ensaios de deslizamento do conjunto O, provetes O61-O62

Tensão Tangencial (MPa)		
σ_n (MPa)	O61	O62
0,25	0,170	0,274
0,50	0,329	0,495
1,00	0,661	0,913
2,00	1,356	1,706
Parâmetros do critério de Mohr-Coulomb		
	O61	O62
c (MPa)	-0,008	0,082
tg (φ)	0,679	0,815
φ (°)	34,2	39,2
SQD	0,000	0,000
Dilatância (-)		
σ_n (MPa)	O61	O62
0,25	0,051	0,199
0,50	0,047	0,181
1,00	0,047	0,149
2,00	0,043	0,127
Ângulo de dilatância, i (°)		
σ_n (MPa)	O61	O62
0,25	2,9	11,3
0,50	2,7	10,3
1,00	2,7	8,5
2,00	2,4	7,2

Tabela A29 - Resultados dos ensaios de deslizamento do conjunto P, provetes P1-P12B

Tensão Tangencial (MPa)															
σ_n (MPa)	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P8A	P8B	P8C	P9	P10A	P10B	P11A	P12A	P12B
0,5	0,560	0,353	0,465	0,475	0,607	0,568	0,529	0,480	0,537	0,478	0,481	0,492	0,444	0,304	0,420
1,0	0,836	0,710	0,775	0,785	0,980	0,908	0,859	0,640	0,797	0,801	0,894	0,729	0,739	0,614	0,737
2,0	1,588	1,384	1,454	1,396	1,804	1,709	1,734	1,363	1,617	1,504	1,475	1,320	1,367	1,211	1,500
4,0	3,142	2,337	2,924	2,789	3,402	3,731	2,640	3,139	2,632	2,323	3,068	2,839	2,446	2,398	2,885
Parâmetros do critério de Mohr-Coulomb															
	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P8A	P8B	P8C	P9	P10A	P10B	P11A	P12A	P12B
c (MPa)	0,130	0,144	0,080	0,120	0,195	0,016	0,306	-0,061	0,259	0,294	0,107	0,071	0,176	0,012	0,056
tg (φ)	0,748	0,561	0,706	0,662	0,802	0,914	0,605	0,782	0,607	0,524	0,732	0,679	0,572	0,597	0,709
φ (°)	36,8	29,3	35,2	33,5	38,7	42,4	31,2	38,0	31,2	27,7	36,2	34,2	29,8	30,8	35,3
SQD	0,007	0,022	0,003	0,003	0,000	0,031	0,064	0,054	0,029	0,037	0,013	0,022	0,003	0,000	0,002
Dilatância (-)															
σ_n (MPa)	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P8A	P8B	P8C	P9	P10A	P10B	P11A	P12A	P12B
0,5	0,182	0,175	0,158	0,169	0,171	0,196	0,125	0,154	0,184	0,157	0,215	0,196	0,154	0,142	0,199
1,0	0,212	0,117	0,155	0,120	0,120	0,168	0,159	0,110	0,098	0,126	0,216	0,272	0,133	0,106	0,180
2,0	0,154	0,052	0,092	0,051	0,122	0,126	0,095	0,107	0,118	0,061	0,173	0,288	0,082	0,087	0,133
4,0	0,007	-0,005	0,064	0,043	0,092	0,119	0,068	0,021	0,072	0,010	0,137	0,091	0,026	0,056	0,105
Ângulo de dilatância, i (°)															
σ_n (MPa)	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P8A	P8B	P8C	P9	P10A	P10B	P11A	P12A	P12B
0,5	10,3	10,0	9,0	9,6	9,7	11,1	7,1	8,7	10,4	8,9	12,1	11,1	8,7	8,1	11,3
1,0	12,0	6,7	8,8	6,8	6,9	9,5	9,0	6,3	5,6	7,2	12,2	15,2	7,6	6,0	10,2
2,0	8,7	3,0	5,2	2,9	6,9	7,2	5,4	6,1	6,7	3,5	9,8	16,1	4,7	5,0	7,6
4,0	0,4	-0,3	3,7	2,5	5,3	6,8	3,9	1,2	4,1	0,6	7,8	5,2	1,5	3,2	6,0

Tabela A30 - Resultados dos ensaios de deslizamento do conjunto P, provetes P13-P14

Tensão Tangencial (MPa)		
σ_n (MPa)	P13	P14
0,5	0,407	0,527
1,0	0,707	1,012
2,0	1,343	1,853
4,0	2,323	3,098
Parâmetros do critério de Mohr-Coulomb		
	P13	P14
c (MPa)	0,171	0,265
tg (φ)	0,546	0,724
φ (°)	28,6	35,9
SQD	0,009	0,034
Dilatância (-)		
σ_n (MPa)	P13	P14
0,5	0,206	0,244
1,0	0,136	0,225
2,0	0,102	0,169
4,0	0,052	0,097
Ângulo de dilatância, i (°)		
σ_n (MPa)	P13	P14
0,5	11,6	13,7
1,0	7,7	12,7
2,0	5,8	9,6
4,0	3,0	5,5

Tabela A31 - Resultados dos ensaios de deslizamento do conjunto Q, provetes Q101-Q136

Tensão Tangencial (MPa)														
σ_n (MPa)	Q101	Q102	Q103	Q104	Q105	Q106	Q107	Q108	Q109	Q110	Q111	Q112	Q135	Q136
0,4	0,331	0,462	0,333	0,412	0,284	0,387	0,327	0,531	0,346	0,372	0,281	0,403	0,385	0,493
0,8	0,609	0,890	0,752	0,615	0,523	0,530	0,545	0,661	0,614	0,663	0,457	0,696	0,749	0,781
1,6	0,865	1,334	1,239	1,129	0,992	1,130	0,973	1,225	1,116	1,328	0,997	1,241	1,216	1,544
3,2	1,807	2,585	2,292	2,181	1,248	1,947	1,953	1,881	2,467	1,610	1,873	2,409	2,320	2,906
Parâmetros do critério de Mohr-Coulomb														
	Q101	Q102	Q103	Q104	Q105	Q106	Q107	Q108	Q109	Q110	Q111	Q112	Q135	Q136
c (MPa)	0,131	0,211	0,134	0,126	0,259	0,142	0,077	0,333	-0,004	0,343	0,036	0,115	0,150	0,125
tg (φ)	0,515	0,738	0,680	0,638	0,335	0,571	0,582	0,494	0,760	0,434	0,577	0,715	0,678	0,871
φ (°)	27,2	36,4	34,2	32,6	18,5	29,7	30,2	26,3	37,2	23,4	30,0	35,6	34,1	41,1
SQD	0,013	0,013	0,011	0,002	0,058	0,011	0,002	0,016	0,013	0,121	0,003	0,000	0,005	0,003
Dilatância (-)														
σ_n (MPa)	Q101	Q102	Q103	Q104	Q105	Q106	Q107	Q108	Q109	Q110	Q111	Q112	Q135	Q136
0,4	0,066	0,251	0,085	0,079	0,049	0,116	0,063	-	0,166	0,165	0,073	0,142	0,203	0,241
0,8	-0,038	0,210	0,083	0,078	0,059	0,067	0,048	0,128	0,156	0,139	0,049	0,119	0,192	0,197
1,6	-0,100	0,197	0,065	0,054	0,038	0,037	0,004	0,111	0,106	0,105	0,035	0,108	0,157	0,179
3,2	-0,012	0,096	0,056	0,035	0,017	0,005	-0,095	-0,028	0,077	0,040	-0,125	0,056	0,089	0,160
Ângulo de dilatância, i (°)														
σ_n (MPa)	Q101	Q102	Q103	Q104	Q105	Q106	Q107	Q108	Q109	Q110	Q111	Q112	Q135	Q136
0,4	3,8	14,1	4,8	4,5	2,8	6,6	3,6	-	9,4	9,4	4,2	8,1	11,5	13,5
0,8	-2,2	11,8	4,7	4,5	3,4	3,8	2,8	7,3	8,9	7,9	2,8	6,8	10,9	11,1
1,6	-5,7	11,2	3,7	3,1	2,2	2,1	0,2	6,3	6,0	6,0	2,0	6,2	8,9	10,2
3,2	-0,7	5,5	3,2	2,0	0,9	0,3	-5,4	-1,6	4,4	2,3	-7,1	3,2	5,1	9,1

ANEXO B

CARACTERIZAÇÃO DA TENSÃO TANGENCIAL PARA O MODELO 1

Tabela B1 - Resultados dos coeficientes de desgaste para o modelo 1 e análise do $w_{c,méd}$ e $w_{c,ópt}$, para o conjunto A, provetes A484-A498

Tensão Tangencial (Valores experimentais) (MPa)															
σ_n (MPa)	A484	A485	A486	A487	A488	A489	A490	A491	A492	A493	A494	A495	A496	A497	A498
0,4	0,458	0,280	0,541	0,520	0,351	0,345	0,346	0,374	0,418	0,325	0,354	0,513	0,351	0,300	0,396
0,8	0,725	0,590	0,711	0,574	0,561	0,524	0,601	0,517	0,937	0,526	0,545	0,773	0,428	0,510	0,712
1,6	1,240	1,127	1,302	1,316	1,049	0,893	1,133	0,973	1,406	1,107	1,165	1,684	0,848	0,910	1,132
3,2	2,026	2,121	2,400	2,284	1,955	2,118	2,144	1,705	2,196	2,339	1,868	3,299	1,649	1,636	2,027
Coeficientes de desgaste ($w_{c,i}$)															
σ_n (MPa)	A484	A485	A486	A487	A488	A489	A490	A491	A492	A493	A494	A495	A496	A497	A498
0,8	0,208	-0,055	0,343	0,449	0,200	0,242	0,131	0,309	-0,120	0,191	0,230	0,247	0,390	0,151	0,101
1,6	0,144	0,045	0,085	-0,146	0,066	0,147	0,058	0,059	0,250	-0,052	-0,068	-0,089	0,009	0,108	0,206
3,2	0,183	0,059	0,079	0,132	0,068	-0,186	0,054	0,124	0,219	-0,057	0,198	0,021	0,028	0,101	0,105
$w_{c,méd}$	0,179	0,016	0,169	0,145	0,111	0,068	0,081	0,164	0,116	0,028	0,120	0,060	0,142	0,120	0,137
$w_{c,ópt}$	0,177	0,051	0,111	0,129	0,078	-0,066	0,060	0,130	0,208	-0,039	0,156	0,019	0,068	0,106	0,131
Tensão Tangencial (Valores calculados: $w_{c,méd}$) (MPa)															
σ_n (MPa)	A484	A485	A486	A487	A488	A489	A490	A491	A492	A493	A494	A495	A496	A497	A498
0,4	0,458	0,280	0,541	0,520	0,351	0,345	0,346	0,374	0,418	0,325	0,354	0,513	0,351	0,300	0,396
0,8	0,752	0,550	0,900	0,890	0,623	0,644	0,636	0,625	0,739	0,633	0,623	0,966	0,602	0,529	0,684
1,6	1,190	1,161	1,183	0,982	0,998	0,976	1,106	0,864	1,656	1,023	0,960	1,455	0,734	0,897	1,230
3,2	2,037	2,218	2,165	2,250	1,864	1,665	2,083	1,627	2,485	2,153	2,050	3,167	1,455	1,601	1,954
SQD	0,003	0,012	0,105	0,213	0,015	0,226	0,006	0,030	0,185	0,053	0,081	0,107	0,081	0,002	0,016
Tensão Tangencial (Valores calculados: $w_{c,ópt}$) (MPa)															
σ_n (MPa)	A484	A485	A486	A487	A488	A489	A490	A491	A492	A493	A494	A495	A496	A497	A498
0,4	0,458	0,280	0,541	0,520	0,351	0,345	0,346	0,374	0,418	0,325	0,354	0,513	0,351	0,300	0,396
0,8	0,754	0,531	0,963	0,906	0,647	0,736	0,650	0,651	0,662	0,676	0,597	1,007	0,654	0,537	0,689
1,6	1,193	1,120	1,265	0,999	1,035	1,116	1,131	0,899	1,483	1,094	0,920	1,517	0,798	0,911	1,239
3,2	2,042	2,140	2,316	2,291	1,934	1,905	2,131	1,693	2,226	2,301	1,966	3,304	1,581	1,626	1,968
SQD	0,003	0,004	0,071	0,211	0,008	0,141	0,003	0,023	0,082	0,024	0,072	0,083	0,058	0,001	0,015

Tabela B2 - Resultados dos coeficientes de desgaste para o modelo 1 e análise do $w_{c,méd}$ e $w_{c,ópt}$, para o conjunto A, provetes A499-A509

Tensão Tangencial (MPa)											
σ_n (MPa)	A499	A500	A501	A502	A503	A504	A505	A506	A507	A508	A509
0,4	0,278	0,256	0,572	0,330	0,442	0,428	0,297	0,356	0,464	0,472	0,301
0,8	0,535	0,434	0,641	0,535	0,622	0,765	0,477	0,503	0,759	0,726	0,562
1,6	0,903	0,775	1,116	0,927	1,096	1,236	0,882	1,090	1,357	1,305	0,896
3,2	1,584	1,461	1,992	2,395	2,044	2,739	1,709	2,028	2,404	2,512	1,575
Coeficientes de desgaste ($w_{c,i}$)											
σ_n (MPa)	A499	A500	A501	A502	A503	A504	A505	A506	A507	A508	A509
0,8	0,038	0,153	0,440	0,190	0,297	0,105	0,198	0,293	0,181	0,231	0,067
1,6	0,156	0,108	0,129	0,134	0,118	0,193	0,075	-0,083	0,107	0,102	0,202
3,2	0,123	0,057	0,108	-0,292	0,068	-0,108	0,032	0,070	0,114	0,037	0,122
$w_{c,méd}$	0,105	0,106	0,225	0,010	0,161	0,063	0,102	0,093	0,134	0,123	0,130
$w_{c,ópt}$	0,125	0,076	0,167	-0,153	0,104	-0,015	0,054	0,063	0,118	0,069	0,139
Tensão Tangencial (Valores calculados: $w_{c,méd}$) (MPa)											
σ_n (MPa)	A499	A500	A501	A502	A503	A504	A505	A506	A507	A508	A509
0,4	0,278	0,256	0,572	0,330	0,442	0,428	0,297	0,356	0,464	0,472	0,301
0,8	0,497	0,458	0,886	0,653	0,742	0,801	0,534	0,646	0,803	0,828	0,524
1,6	0,957	0,776	0,992	1,059	1,043	1,434	0,857	0,913	1,315	1,273	0,978
3,2	1,615	1,385	1,729	1,835	1,840	2,315	1,585	1,977	2,350	2,287	1,559
SQD	0,005	0,006	0,145	0,346	0,059	0,221	0,019	0,054	0,007	0,062	0,008
Tensão Tangencial (Valores calculados: $w_{c,ópt}$) (MPa)											
σ_n (MPa)	A499	A500	A501	A502	A503	A504	A505	A506	A507	A508	A509
0,4	0,278	0,256	0,572	0,330	0,442	0,428	0,297	0,356	0,464	0,472	0,301
0,8	0,486	0,473	0,953	0,761	0,793	0,868	0,563	0,667	0,818	0,879	0,519
1,6	0,936	0,802	1,068	1,234	1,114	1,553	0,902	0,943	1,340	1,353	0,968
3,2	1,579	1,432	1,860	2,138	1,965	2,507	1,669	2,043	2,394	2,430	1,545
SQD	0,003	0,003	0,117	0,212	0,036	0,165	0,009	0,049	0,004	0,033	0,008

Tabela B3 - Resultados dos coeficientes de desgaste para o modelo 1 e análise do $w_{c,méd}$ e $w_{c,ópt}$, para o conjunto B1, provetes B514-B537

Tensão Tangencial (Valores experimentais) (MPa)															
σ_n (MPa)	B514	B515	B516	B518	B519	B520	B523	B524	B526	B529	B530	B532	B535	B536	B537
0,4	0,253	0,197	0,249	0,435	0,399	0,282	0,542	0,389	0,411	0,161	0,401	0,286	0,435	0,356	0,261
0,8	0,409	0,496	0,496	0,695	0,598	0,463	0,739	0,603	0,753	0,329	0,571	0,495	0,704	0,555	0,461
1,6	0,829	0,793	0,891	0,989	1,182	0,959	0,893	1,096	1,089	0,672	0,856	1,182	1,448	0,885	0,911
3,2	1,735	1,546	1,615	2,331	2,058	1,782	2,631	1,684	2,158	1,310	2,276	2,099	2,695	1,944	1,720
Coeficientes de desgaste ($w_{c,i}$)															
σ_n (MPa)	B514	B515	B516	B518	B519	B520	B523	B524	B526	B529	B530	B532	B535	B536	B537
0,8	0,192	-0,258	0,002	0,201	0,251	0,180	0,318	0,224	0,085	-0,024	0,289	0,134	0,191	0,221	0,118
1,6	-0,013	0,200	0,102	0,288	0,012	-0,035	0,396	0,091	0,277	-0,020	0,250	-0,193	-0,029	0,203	0,011
3,2	-0,047	0,025	0,094	-0,178	0,130	0,071	-0,473	0,232	0,009	0,025	-0,329	0,112	0,070	-0,098	0,056
$w_{c,méd}$	0,044	-0,011	0,066	0,104	0,131	0,072	0,080	0,182	0,124	-0,006	0,070	0,018	0,077	0,109	0,062
$w_{c,ópt}$	-0,024	0,060	0,090	0,002	0,118	0,059	-0,041	0,201	0,095	0,015	-0,093	0,070	0,060	0,011	0,051
Tensão Tangencial (Valores calculados: $w_{c,méd}$) (MPa)															
σ_n (MPa)	B514	B515	B516	B518	B519	B520	B523	B524	B526	B529	B530	B532	B535	B536	B537
0,4	0,253	0,197	0,249	0,435	0,399	0,282	0,542	0,389	0,411	0,161	0,401	0,286	0,435	0,356	0,261
0,8	0,484	0,398	0,464	0,780	0,694	0,524	0,996	0,636	0,721	0,324	0,746	0,562	0,803	0,635	0,490
1,6	0,782	1,002	0,927	1,246	1,040	0,860	1,360	0,987	1,319	0,663	1,062	0,973	1,299	0,990	0,864
3,2	1,585	1,603	1,665	1,773	2,055	1,779	1,643	1,793	1,909	1,352	1,593	2,323	2,673	1,578	1,710
SQD	0,030	0,057	0,005	0,384	0,030	0,014	1,261	0,025	0,116	0,002	0,539	0,098	0,032	0,151	0,003
Tensão Tangencial (Valores calculados: $w_{c,ópt}$) (MPa)															
σ_n (MPa)	B514	B515	B516	B518	B519	B520	B523	B524	B526	B529	B530	B532	B535	B536	B537
0,4	0,253	0,197	0,249	0,435	0,399	0,282	0,542	0,389	0,411	0,161	0,401	0,286	0,435	0,356	0,261
0,8	0,518	0,370	0,452	0,869	0,705	0,531	1,128	0,621	0,745	0,317	0,877	0,532	0,817	0,704	0,496
1,6	0,838	0,932	0,903	1,388	1,055	0,871	1,540	0,964	1,363	0,649	1,248	0,921	1,323	1,098	0,874
3,2	1,698	1,491	1,621	1,975	2,086	1,804	1,860	1,751	1,972	1,324	1,871	2,199	2,722	1,750	1,729
SQD	0,013	0,038	0,002	0,315	0,028	0,013	1,164	0,022	0,110	0,001	0,410	0,079	0,029	0,105	0,003

Tabela B4 - Resultados dos coeficientes de desgaste para o modelo 1 e análise do $w_{c,méd}$ e $w_{c,ópt}$, para o conjunto B2, provetes B517-544

Tensão Tangencial (Valores experimentais) (MPa)													
σ_n (MPa)	B517	B521	B522	B527	B531	B534	B538	B539	B540	B541	B542	B543	B544
0,4	0,238	0,410	0,649	0,460	0,378	0,537	0,193	0,422	0,362	0,475	0,513	0,272	0,522
0,8	0,577	0,759	0,937	0,514	0,635	0,861	0,538	0,785	0,595	0,801	0,822	0,544	0,752
1,6	1,014	1,355	1,638	1,292	1,268	1,600	1,015	1,478	1,153	1,402	1,457	1,039	1,320
3,2	1,908	2,356	2,958	2,227	2,525	2,691	1,710	2,811	2,025	2,362	2,841	1,983	2,451
Coeficientes de desgaste ($w_{c,i}$)													
σ_n (MPa)	B517	B521	B522	B527	B531	B534	B538	B539	B540	B541	B542	B543	B544
0,8	-0,212	0,074	0,278	0,441	0,159	0,198	-0,395	0,071	0,179	0,157	0,199	0,002	0,280
1,6	0,122	0,107	0,126	-0,256	0,002	0,071	0,056	0,059	0,031	0,125	0,114	0,045	0,122
3,2	0,059	0,131	0,097	0,138	0,004	0,159	0,158	0,049	0,122	0,158	0,025	0,046	0,072
$w_{c,méd}$	-0,010	0,104	0,167	0,108	0,055	0,143	-0,060	0,059	0,110	0,146	0,113	0,031	0,158
$w_{c,ópt}$	0,063	0,122	0,123	0,119	0,014	0,144	0,121	0,052	0,108	0,150	0,060	0,043	0,105
Tensão Tangencial (Valores calculados: $w_{c,méd}$) (MPa)													
σ_n (MPa)	B517	B521	B522	B527	B531	B534	B538	B539	B540	B541	B542	B543	B544
0,4	0,238	0,410	0,649	0,460	0,378	0,537	0,193	0,422	0,362	0,475	0,513	0,272	0,522
0,8	0,481	0,735	1,081	0,821	0,714	0,921	0,409	0,794	0,644	0,811	0,910	0,528	0,879
1,6	1,167	1,360	1,560	0,918	1,200	1,476	1,140	1,476	1,058	1,368	1,459	1,054	1,266
3,2	2,049	2,428	2,729	2,306	2,396	2,743	2,152	2,780	2,051	2,394	2,587	2,014	2,223
SQD	0,053	0,006	0,079	0,240	0,027	0,021	0,228	0,001	0,012	0,002	0,073	0,001	0,071
Tensão Tangencial (Valores calculados: $w_{c,ópt}$) (MPa)													
σ_n (MPa)	B517	B521	B522	B527	B531	B534	B538	B539	B540	B541	B542	B543	B544
0,4	0,238	0,410	0,649	0,460	0,378	0,537	0,193	0,422	0,362	0,475	0,513	0,272	0,522
0,8	0,446	0,720	1,139	0,810	0,745	0,920	0,339	0,800	0,646	0,807	0,965	0,521	0,935
1,6	1,082	1,333	1,644	0,906	1,252	1,474	0,945	1,488	1,061	1,362	1,546	1,041	1,346
3,2	1,900	2,380	2,875	2,276	2,500	2,739	1,784	2,801	2,057	2,383	2,741	1,988	2,363
SQD	0,022	0,003	0,048	0,239	0,013	0,021	0,050	0,000	0,012	0,002	0,038	0,001	0,042

Tabela B5 - Resultados dos 7 coeficientes de desgaste para o modelo 1 e análise do $w_{c,méd}$ e $w_{c,ópt}$, para o conjunto C, provetes C573-587

Tensão Tangencial (Valores experimentais) (MPa)															
σ_n (MPa)	C573	C574	C575	C576	C577	C578	C579	C580	C581	C582	C583	C584	C585	C586	C587
0,4	0,260	0,274	0,284	0,213	0,205	0,246	0,223	0,191	0,336	0,311	0,389	0,691	0,409	0,405	0,300
0,8	0,566	0,568	0,427	0,374	0,359	0,426	0,320	0,329	0,508	0,475	0,660	1,074	0,706	0,566	0,546
1,6	0,996	1,140	0,795	0,688	0,691	0,904	0,766	0,642	0,963	0,911	1,128	1,735	1,229	1,134	1,056
3,2	1,789	2,347	1,487	1,326	1,371	1,574	1,360	1,333	1,747	1,822	2,120	3,116	2,314	2,203	1,988
Coeficientes de desgaste ($w_{c,i}$)															
σ_n (MPa)	C573	C574	C575	C576	C577	C578	C579	C580	C581	C582	C583	C584	C585	C586	C587
0,8	-0,089	-0,037	0,247	0,121	0,124	0,134	0,282	0,139	0,244	0,236	0,151	0,223	0,137	0,302	0,091
1,6	0,119	-0,004	0,069	0,081	0,037	-0,059	-0,198	0,025	0,052	0,041	0,145	0,192	0,130	-0,003	0,033
3,2	0,102	-0,029	0,065	0,036	0,008	0,129	0,113	-0,038	0,093	0,000	0,061	0,102	0,058	0,029	0,059
$w_{c,méd}$	0,044	-0,023	0,127	0,079	0,056	0,068	0,065	0,042	0,130	0,092	0,119	0,173	0,108	0,109	0,061
$w_{c,ópt}$	0,097	-0,025	0,082	0,052	0,022	0,097	0,081	-0,014	0,098	0,028	0,088	0,137	0,081	0,048	0,056
Tensão Tangencial (Valores calculados: $w_{c,méd}$) (MPa)															
σ_n (MPa)	C573	C574	C575	C576	C577	C578	C579	C580	C581	C582	C583	C584	C585	C586	C587
0,4	0,260	0,274	0,284	0,213	0,205	0,246	0,223	0,191	0,336	0,311	0,389	0,691	0,409	0,405	0,300
0,8	0,496	0,561	0,496	0,392	0,386	0,459	0,416	0,366	0,585	0,564	0,685	1,144	0,729	0,722	0,564
1,6	1,081	1,162	0,746	0,689	0,677	0,795	0,598	0,631	0,885	0,862	1,163	1,777	1,259	1,008	1,026
3,2	1,905	2,333	1,388	1,267	1,305	1,685	1,433	1,230	1,676	1,654	1,989	2,872	2,191	2,021	1,984
SQD	0,025	0,001	0,017	0,004	0,005	0,025	0,043	0,012	0,017	0,038	0,019	0,066	0,016	0,074	0,001
Tensão Tangencial (Valores calculados: $w_{c,ópt}$) (MPa)															
σ_n (MPa)	C573	C574	C575	C576	C577	C578	C579	C580	C581	C582	C583	C584	C585	C586	C587
0,4	0,260	0,274	0,284	0,213	0,205	0,246	0,223	0,191	0,336	0,311	0,389	0,691	0,409	0,405	0,300
0,8	0,469	0,561	0,521	0,404	0,401	0,445	0,409	0,388	0,607	0,604	0,709	1,193	0,752	0,771	0,567
1,6	1,022	1,164	0,784	0,710	0,702	0,770	0,588	0,668	0,917	0,923	1,204	1,854	1,298	1,076	1,031
3,2	1,800	2,337	1,460	1,305	1,353	1,632	1,409	1,303	1,738	1,772	2,059	2,995	2,259	2,159	1,995
SQD	0,010	0,001	0,010	0,002	0,002	0,021	0,042	0,005	0,012	0,019	0,012	0,043	0,010	0,048	0,001

Tabela B6 - Resultados dos coeficientes de desgaste para o modelo 1 e análise do $w_{c,méd}$ e $w_{c,ópt}$, para o conjunto C, provetes C588-C594

Tensão Tangencial (Valores experimentais) (MPa)							
σ_n (MPa)	C588	C589	C590	C591	C592	C593	C594
0,4	0,312	0,266	0,200	0,198	0,202	0,263	0,210
0,8	0,512	0,560	0,403	0,361	0,239	0,366	0,285
1,6	0,980	1,054	0,757	0,696	0,831	0,906	0,574
3,2	1,894	2,056	1,545	1,503	1,591	1,708	1,449
Coeficientes de desgaste ($w_{c,i}$)							
σ_n (MPa)	C588	C589	C590	C591	C592	C593	C594
0,8	0,179	-0,051	-0,009	0,088	0,409	0,303	0,320
1,6	0,044	0,060	0,060	0,038	-0,740	-0,237	-0,006
3,2	0,034	0,025	-0,020	-0,080	0,043	0,058	-0,262
$w_{c,méd}$	0,086	0,011	0,011	0,015	-0,096	0,041	0,017
$w_{c,ópt}$	0,047	0,028	-0,003	-0,046	0,005	0,036	-0,160
Tensão Tangencial (Valores calculados: $w_{c,méd}$) (MPa)							
σ_n (MPa)	C588	C589	C590	C591	C592	C593	C594
0,4	0,312	0,266	0,200	0,198	0,202	0,263	0,210
0,8	0,571	0,527	0,395	0,390	0,443	0,504	0,413
1,6	0,937	1,108	0,797	0,712	0,523	0,702	0,561
3,2	1,791	2,085	1,499	1,370	1,822	1,738	1,128
SQD	0,016	0,005	0,004	0,019	0,190	0,061	0,119
Tensão Tangencial (Valores calculados: $w_{c,ópt}$) (MPa)							
σ_n (MPa)	C588	C589	C590	C591	C592	C593	C594
0,4	0,312	0,266	0,200	0,198	0,202	0,263	0,210
0,8	0,596	0,518	0,400	0,415	0,402	0,507	0,487
1,6	0,977	1,089	0,808	0,756	0,475	0,706	0,662
3,2	1,868	2,048	1,519	1,456	1,653	1,748	1,332
SQD	0,008	0,003	0,003	0,009	0,157	0,061	0,062

Tabela B7 - Resultados dos coeficientes de desgaste para o modelo 1 e análise do $w_{c,méd}$ e $w_{c,ópt}$, para o conjunto D, provetes D300-390

Tensão Tangencial (Valores experimentais) (MPa)															
σ_n (MPa)	D300	D301	D302	D303	D304	D305	D306	D307	D308	D309	D335	D336	D337	D389	D390
0,4	0,394	0,520	0,513	0,488	0,487	0,425	0,583	0,406	0,308	0,377	0,460	0,522	0,417	0,405	0,450
0,8	0,702	0,796	0,834	0,771	0,847	0,988	1,163	0,598	0,585	0,597	0,815	0,805	0,877	0,679	0,664
1,6	1,272	1,346	1,588	1,306	1,331	1,821	2,072	1,240	0,911	1,073	1,481	1,531	1,415	1,387	1,259
3,2	2,384	2,624	3,118	2,273	3,240	3,377	3,964	2,085	1,785	2,059	2,781	2,683	2,757	2,475	2,460
Coeficientes de desgaste ($w_{c,i}$)															
σ_n (MPa)	D300	D301	D302	D303	D304	D305	D306	D307	D308	D309	D335	D336	D337	D389	D390
0,8	0,109	0,234	0,187	0,210	0,130	-0,162	0,002	0,264	0,051	0,209	0,114	0,229	-0,052	0,161	0,261
1,6	0,094	0,155	0,047	0,153	0,214	0,078	0,110	-0,038	0,221	0,101	0,092	0,048	0,193	-0,021	0,053
3,2	0,063	0,025	0,019	0,130	-0,217	0,073	0,043	0,160	0,021	0,040	0,061	0,124	0,026	0,108	0,023
$w_{c,méd}$	0,089	0,138	0,084	0,164	0,042	-0,004	0,052	0,128	0,098	0,117	0,089	0,134	0,056	0,083	0,112
$w_{c,ópt}$	0,073	0,076	0,037	0,143	-0,074	0,065	0,056	0,134	0,077	0,068	0,071	0,118	0,065	0,088	0,050
Tensão Tangencial (Valores calculados: $w_{c,méd}$) (MPa)															
σ_n (MPa)	D300	D301	D302	D303	D304	D305	D306	D307	D308	D309	D335	D336	D337	D389	D390
0,4	0,394	0,520	0,513	0,488	0,487	0,425	0,583	0,406	0,308	0,377	0,460	0,522	0,417	0,405	0,450
0,8	0,718	0,896	0,939	0,816	0,932	0,853	1,105	0,707	0,556	0,666	0,838	0,904	0,787	0,743	0,798
1,6	1,280	1,373	1,527	1,289	1,621	1,983	2,207	1,042	1,055	1,054	1,485	1,394	1,656	1,246	1,179
3,2	2,318	2,320	2,909	2,183	2,550	3,655	3,930	2,162	1,645	1,895	2,698	2,653	2,672	2,545	2,235
SQD	0,005	0,103	0,059	0,010	0,569	0,122	0,023	0,058	0,041	0,032	0,008	0,030	0,074	0,029	0,075
Tensão Tangencial (Valores calculados: $w_{c,ópt}$) (MPa)															
σ_n (MPa)	D300	D301	D302	D303	D304	D305	D306	D307	D308	D309	D335	D336	D337	D389	D390
0,4	0,394	0,520	0,513	0,488	0,487	0,425	0,583	0,406	0,308	0,377	0,460	0,522	0,417	0,405	0,450
0,8	0,731	0,960	0,988	0,837	1,045	0,795	1,100	0,703	0,569	0,703	0,855	0,921	0,780	0,738	0,854
1,6	1,302	1,471	1,606	1,322	1,818	1,848	2,197	1,035	1,079	1,113	1,514	1,420	1,640	1,239	1,262
3,2	2,359	2,486	3,059	2,239	2,858	3,407	3,912	2,149	1,682	1,999	2,751	2,702	2,646	2,530	2,391
SQD	0,002	0,062	0,027	0,006	0,422	0,039	0,022	0,057	0,039	0,016	0,004	0,026	0,073	0,028	0,041

Tabela B8 - Resultados dos coeficientes de desgaste para o modelo 1 e análise do $w_{c,méd}$ e $w_{c,ópt}$, para o conjunto D, provetes D391-D395

Tensão Tangencial (Valores experimentais) (MPa)					
σ_n (MPa)	D391	D392	D393	D394	D395
0,4	0,374	0,362	0,589	0,280	0,372
0,8	0,643	0,766	1,004	0,483	0,698
1,6	0,981	1,567	1,683	1,015	1,325
3,2	2,155	2,981	3,206	1,830	2,504
Coeficientes de desgaste ($w_{c,i}$)					
σ_n (MPa)	D391	D392	D393	D394	D395
0,8	0,139	-0,059	0,148	0,139	0,062
1,6	0,238	-0,022	0,162	-0,051	0,050
3,2	-0,098	0,049	0,047	0,099	0,055
$w_{c,méd}$	0,093	-0,011	0,119	0,062	0,056
$w_{c,ópt}$	0,015	0,031	0,083	0,075	0,055
Tensão Tangencial (Valores calculados: $w_{c,méd}$) (MPa)					
σ_n (MPa)	D391	D392	D393	D394	D395
0,4	0,374	0,362	0,589	0,280	0,372
0,8	0,678	0,732	1,038	0,526	0,702
1,6	1,167	1,549	1,769	0,906	1,317
3,2	1,780	3,168	2,965	1,904	2,503
SQD	0,177	0,037	0,067	0,019	0,000
Tensão Tangencial (Valores calculados: $w_{c,ópt}$) (MPa)					
σ_n (MPa)	D391	D392	D393	D394	D395
0,4	0,374	0,362	0,589	0,280	0,372
0,8	0,736	0,701	1,080	0,519	0,703
1,6	1,267	1,485	1,840	0,894	1,319
3,2	1,932	3,036	3,085	1,878	2,506
SQD	0,140	0,014	0,045	0,018	0,000

Tabela B9 - Resultados dos coeficientes de desgaste para o modelo 1 e análise do $w_{c,méd}$ e $w_{c,ópt}$, para o conjunto E, provetes E595-622

Tensão Tangencial (Valores experimentais) (MPa)														
σ_n (MPa)	E595	E596	E597	E598	E599	E600	E601	E602	E603	E604	E605	E607	E608	E622
0,4	0,413	0,494	0,427	0,354	0,324	0,543	0,374	0,498	0,503	0,493	0,530	0,602	0,415	0,434
0,8	0,756	0,608	0,663	0,688	0,579	0,795	0,774	0,748	0,899	0,773	0,936	0,921	0,709	0,631
1,6	1,402	0,806	1,256	1,289	1,006	1,383	1,444	1,417	1,591	1,432	1,704	1,584	1,088	1,143
3,2	2,462	1,103	2,342	2,394	1,993	2,013	2,711	2,861	2,989	2,632	3,060	2,850	1,635	2,133
Coeficientes de desgaste ($w_{c,i}$)														
σ_n (MPa)	E595	E596	E597	E598	E599	E600	E601	E602	E603	E604	E605	E607	E608	E622
0,8	0,084	0,385	0,224	0,027	0,106	0,269	-0,034	0,249	0,106	0,216	0,116	0,235	0,145	0,273
1,6	0,073	0,337	0,053	0,064	0,132	0,130	0,068	0,053	0,115	0,073	0,090	0,140	0,232	0,094
3,2	0,122	0,316	0,068	0,071	0,010	0,272	0,061	-0,010	0,061	0,081	0,102	0,100	0,249	0,066
$w_{c,méd}$	0,093	0,346	0,115	0,054	0,082	0,224	0,032	0,098	0,094	0,124	0,103	0,159	0,209	0,145
$w_{c,ópt}$	0,109	0,335	0,078	0,067	0,045	0,240	0,058	0,026	0,076	0,091	0,100	0,123	0,235	0,093
Tensão Tangencial (Valores calculados: $w_{c,méd}$) (MPa)														
σ_n (MPa)	E595	E596	E597	E598	E599	E600	E601	E602	E603	E604	E605	E607	E608	E622
0,4	0,413	0,494	0,427	0,354	0,324	0,543	0,374	0,498	0,503	0,493	0,530	0,602	0,415	0,434
0,8	0,749	0,646	0,756	0,669	0,595	0,844	0,725	0,899	0,911	0,864	0,950	1,013	0,656	0,742
1,6	1,372	0,796	1,174	1,302	1,063	1,234	1,500	1,351	1,629	1,354	1,680	1,551	1,121	1,079
3,2	2,543	1,054	2,224	2,438	1,846	2,147	2,796	2,557	2,884	2,511	3,058	2,666	1,722	1,955
SQD	0,007	0,004	0,029	0,003	0,025	0,042	0,013	0,119	0,013	0,029	0,001	0,044	0,011	0,049
Tensão Tangencial (Valores calculados: $w_{c,ópt}$) (MPa)														
σ_n (MPa)	E595	E596	E597	E598	E599	E600	E601	E602	E603	E604	E605	E607	E608	E622
0,4	0,413	0,494	0,427	0,354	0,324	0,543	0,374	0,498	0,503	0,493	0,530	0,602	0,415	0,434
0,8	0,736	0,657	0,788	0,660	0,619	0,826	0,706	0,971	0,929	0,896	0,953	1,056	0,635	0,787
1,6	1,347	0,809	1,223	1,284	1,107	1,208	1,459	1,458	1,661	1,405	1,684	1,617	1,084	1,144
3,2	2,498	1,071	2,317	2,404	1,922	2,101	2,721	2,760	2,940	2,604	3,066	2,780	1,666	2,073
SQD	0,005	0,003	0,017	0,001	0,017	0,039	0,005	0,061	0,008	0,017	0,001	0,024	0,006	0,028

Tabela B10 - Resultados dos coeficientes de desgaste para o modelo 1 e análise do $w_{c,méd}$ e $w_{c,ópt}$, para o conjunto E, provetes E623-E625

Tensão Tangencial (Valores experimentais) (MPa)			
σ_n (MPa)	E623	E624	E625
0,4	0,543	0,344	0,403
0,8	0,820	0,575	0,598
1,6	1,471	1,024	1,175
3,2	2,528	2,457	2,410
Coeficientes de desgaste ($w_{c,i}$)			
σ_n (MPa)	E623	E624	E625
0,8	0,244	0,165	0,257
1,6	0,104	0,109	0,019
3,2	0,141	-0,200	-0,026
$w_{c,méd}$	0,163	0,025	0,083
$w_{c,ópt}$	0,142	-0,103	0,007
Tensão Tangencial (Valores calculados: $w_{c,méd}$) (MPa)			
σ_n (MPa)	E623	E624	E625
0,4	0,543	0,344	0,403
0,8	0,909	0,671	0,739
1,6	1,373	1,121	1,097
3,2	2,463	1,996	2,153
SQD	0,022	0,231	0,092
Tensão Tangencial (Valores calculados: $w_{c,ópt}$) (MPa)			
σ_n (MPa)	E623	E624	E625
0,4	0,543	0,344	0,403
0,8	0,931	0,759	0,800
1,6	1,407	1,268	1,189
3,2	2,523	2,258	2,334
SQD	0,016	0,133	0,047

Tabela B11 - Resultados dos coeficientes de desgaste para o modelo 1 e análise do $w_{c,méd}$ e $w_{c,ópt}$, para o conjunto F1, provetes F21-F35

Tensão Tangencial (Valores experimentais) (MPa)															
σ_n (MPa)	F21	F22	F23	F24	F25	F26	F27	F28	F29	F30	F31	F32	F33	F34	F35
0,4	0,394	0,276	0,295	0,390	0,500	0,543	0,486	0,298	0,646	0,474	0,407	0,384	0,350	0,510	0,324
0,8	0,685	0,538	0,722	0,815	1,129	1,034	0,743	0,469	0,871	0,783	0,783	0,689	0,740	0,884	0,628
1,6	1,216	0,785	1,106	1,417	1,869	1,751	1,327	1,068	1,721	1,723	1,347	1,270	1,342	1,480	1,154
3,2	2,283	1,637	2,445	2,814	2,811	3,182	2,584	2,178	3,113	3,240	2,545	2,442	2,712	2,911	2,285
Coeficientes de desgaste ($w_{c,i}$)															
σ_n (MPa)	F21	F22	F23	F24	F25	F26	F27	F28	F29	F30	F31	F32	F33	F34	F35
0,8	0,131	0,027	-0,224	-0,046	-0,130	0,048	0,236	0,214	0,326	0,173	0,038	0,102	-0,057	0,133	0,031
1,6	0,113	0,270	0,234	0,130	0,172	0,153	0,107	-0,139	0,012	-0,099	0,140	0,079	0,093	0,163	0,081
3,2	0,061	-0,042	-0,106	0,007	0,248	0,091	0,026	-0,020	0,096	0,060	0,055	0,038	-0,010	0,017	0,010
$w_{c,méd}$	0,102	0,085	-0,032	0,031	0,097	0,098	0,123	0,019	0,145	0,044	0,078	0,073	0,009	0,104	0,040
$w_{c,ópt}$	0,078	0,055	-0,015	0,033	0,210	0,103	0,063	-0,023	0,104	0,041	0,074	0,051	0,010	0,061	0,026
Tensão Tangencial (Valores calculados: $w_{c,méd}$) (MPa)															
σ_n (MPa)	F21	F22	F23	F24	F25	F26	F27	F28	F29	F30	F31	F32	F33	F34	F35
0,4	0,394	0,276	0,295	0,390	0,500	0,543	0,486	0,298	0,646	0,474	0,407	0,384	0,350	0,510	0,324
0,8	0,709	0,506	0,608	0,755	0,903	0,980	0,853	0,586	1,106	0,906	0,751	0,711	0,694	0,913	0,621
1,6	1,231	0,984	1,489	1,579	2,040	1,866	1,303	0,921	1,490	1,497	1,445	1,278	1,467	1,584	1,205
3,2	2,184	1,437	2,282	2,748	3,376	3,160	2,327	2,097	2,945	3,292	2,484	2,354	2,660	2,652	2,215
SQD	0,010	0,080	0,187	0,034	0,400	0,017	0,079	0,042	0,137	0,068	0,014	0,008	0,020	0,079	0,008
Tensão Tangencial (Valores calculados: $w_{c,ópt}$) (MPa)															
σ_n (MPa)	F21	F22	F23	F24	F25	F26	F27	F28	F29	F30	F31	F32	F33	F34	F35
0,4	0,394	0,276	0,295	0,390	0,500	0,543	0,486	0,298	0,646	0,474	0,407	0,384	0,350	0,510	0,324
0,8	0,727	0,522	0,598	0,753	0,790	0,974	0,911	0,611	1,159	0,909	0,754	0,728	0,693	0,957	0,631
1,6	1,263	1,016	1,464	1,575	1,784	1,854	1,392	0,960	1,561	1,503	1,450	1,308	1,465	1,660	1,222
3,2	2,242	1,484	2,244	2,740	2,954	3,140	2,486	2,186	3,086	3,305	2,494	2,409	2,656	2,779	2,248
SQD	0,006	0,077	0,184	0,034	0,143	0,016	0,042	0,032	0,109	0,068	0,014	0,004	0,020	0,055	0,006

Tabela B12 - Resultados dos coeficientes de desgaste para o modelo 1 e análise do $w_{c,méd}$ e $w_{c,ópt}$, para o conjunto F1, provetes F36-206

Tensão Tangencial (Valores experimentais) (MPa)										
σ_n (MPa)	F36	F37	F38	F39	F116	F117	F118	F204	F205	F206
0,4	0,457	0,356	0,317	0,380	0,368	0,343	0,389	0,586	0,440	0,462
0,8	0,670	0,712	0,612	0,678	0,559	0,576	0,671	0,985	0,801	0,828
1,6	1,454	1,453	1,179	1,344	1,060	1,013	1,196	1,814	1,495	1,453
3,2	2,816	2,928	2,348	2,774	1,947	1,780	1,716	3,138	2,738	2,595
Coeficientes de desgaste ($w_{c,i}$)										
σ_n (MPa)	F36	F37	F38	F39	F116	F117	F118	F204	F205	F206
0,8	0,267	0,000	0,034	0,109	0,241	0,160	0,137	0,159	0,091	0,105
1,6	-0,085	-0,019	0,037	0,009	0,052	0,121	0,109	0,079	0,067	0,122
3,2	0,032	-0,008	0,004	-0,032	0,081	0,121	0,283	0,135	0,084	0,107
$w_{c,méd}$	0,071	-0,009	0,025	0,028	0,125	0,134	0,176	0,124	0,081	0,111
$w_{c,ópt}$	0,030	-0,010	0,013	-0,016	0,089	0,124	0,233	0,125	0,081	0,110
Tensão Tangencial (Valores calculados: $w_{c,méd}$) (MPa)										
σ_n (MPa)	F36	F37	F38	F39	F116	F117	F118	F204	F205	F206
0,4	0,457	0,356	0,317	0,380	0,368	0,343	0,389	0,586	0,440	0,462
0,8	0,849	0,719	0,618	0,739	0,645	0,594	0,641	1,025	0,810	0,822
1,6	1,245	1,438	1,194	1,318	0,978	0,998	1,106	1,725	1,473	1,471
3,2	2,701	2,932	2,299	2,611	1,855	1,754	1,971	3,176	2,749	2,583
SQD	0,089	0,000	0,003	0,031	0,022	0,001	0,074	0,011	0,001	0,001
Tensão Tangencial (Valores calculados: $w_{c,ópt}$) (MPa)										
σ_n (MPa)	F36	F37	F38	F39	F116	F117	F118	F204	F205	F206
0,4	0,457	0,356	0,317	0,380	0,368	0,343	0,389	0,586	0,440	0,462
0,8	0,886	0,719	0,626	0,773	0,671	0,600	0,596	1,025	0,810	0,823
1,6	1,300	1,439	1,209	1,378	1,018	1,009	1,029	1,723	1,472	1,473
3,2	2,819	2,933	2,329	2,730	1,930	1,774	1,834	3,174	2,748	2,586
SQD	0,070	0,000	0,001	0,012	0,015	0,001	0,047	0,011	0,001	0,001

Tabela B13 - Resultados dos coeficientes de desgaste para o modelo 1 e análise do $w_{c,méd}$ e $w_{c,ópt}$, para o conjunto F2, provetes F113-F115

Tensão Tangencial (Valores experimentais) (MPa)			
σ_n (MPa)	F113	F114	F115
0,4	0,425	0,336	0,321
0,8	0,589	0,421	0,532
1,6	1,170	1,074	1,321
3,2	2,088	1,986	2,462
Coeficientes de desgaste ($w_{c,i}$)			
σ_n (MPa)	F113	F114	F115
0,8	0,307	0,374	0,171
1,6	0,007	-0,275	-0,242
3,2	0,107	0,075	0,068
$w_{c,méd}$	0,140	0,058	-0,001
$w_{c,ópt}$	0,108	0,056	0,032
Tensão Tangencial (Valores calculados: $w_{c,méd}$) (MPa)			
σ_n (MPa)	F113	F114	F115
0,4	0,425	0,336	0,321
0,8	0,731	0,633	0,642
1,6	1,013	0,793	1,064
3,2	2,011	2,023	2,644
SQD	0,051	0,125	0,111
Tensão Tangencial (Valores calculados: $w_{c,ópt}$) (MPa)			
σ_n (MPa)	F113	F114	F115
0,4	0,425	0,336	0,321
0,8	0,758	0,635	0,621
1,6	1,051	0,795	1,029
3,2	2,087	2,028	2,557
SQD	0,043	0,125	0,102

Tabela B14 - Resultados dos coeficientes de desgaste para o modelo 1 e análise do $w_{c,méd}$ e $w_{c,ópt}$, para o conjunto G, provetes G51-G61

Tensão Tangencial (Valores experimentais) (MPa)											
σ_n (MPa)	G51	G52	G53	G54	G55	G56	G57	G58	G59	G60	G61
0,4	0,548	0,334	0,349	0,494	0,388	0,514	0,435	0,270	0,463	0,379	0,241
0,8	0,874	0,666	0,696	0,802	0,620	0,770	0,736	0,475	0,804	0,628	0,717
1,6	1,262	1,322	1,172	1,305	1,094	1,521	1,383	0,873	1,490	1,143	1,256
3,2	2,251	2,172	2,491	2,459	1,989	2,646	2,163	1,626	2,644	2,156	2,365
Coeficientes de desgaste ($w_{c,i}$)											
σ_n (MPa)	G51	G52	G53	G54	G55	G56	G57	G58	G59	G60	G61
0,8	0,203	0,002	0,003	0,189	0,200	0,251	0,154	0,119	0,131	0,171	-0,489
1,6	0,278	0,008	0,157	0,186	0,119	0,013	0,060	0,082	0,074	0,090	0,124
3,2	0,108	0,179	-0,062	0,057	0,091	0,130	0,218	0,068	0,113	0,057	0,059
$w_{c,méd}$	0,196	0,063	0,033	0,144	0,136	0,131	0,144	0,090	0,106	0,106	-0,102
$w_{c,ópt}$	0,167	0,137	-0,005	0,102	0,106	0,118	0,181	0,075	0,106	0,073	0,060
Tensão Tangencial (Valores calculados: $w_{c,méd}$) (MPa)											
σ_n (MPa)	G51	G52	G53	G54	G55	G56	G57	G58	G59	G60	G61
0,4	0,548	0,334	0,349	0,494	0,388	0,514	0,435	0,270	0,463	0,379	0,241
0,8	0,881	0,625	0,675	0,846	0,670	0,893	0,745	0,491	0,828	0,677	0,531
1,6	1,405	1,249	1,346	1,372	1,072	1,338	1,260	0,865	1,438	1,123	1,581
3,2	2,028	2,478	2,268	2,233	1,889	2,642	2,368	1,589	2,664	2,044	2,768
SQD	0,070	0,101	0,080	0,058	0,013	0,048	0,057	0,002	0,004	0,015	0,303
Tensão Tangencial (Valores calculados: $w_{c,ópt}$) (MPa)											
σ_n (MPa)	G51	G52	G53	G54	G55	G56	G57	G58	G59	G60	G61
0,4	0,548	0,334	0,349	0,494	0,388	0,514	0,435	0,270	0,463	0,379	0,241
0,8	0,912	0,576	0,701	0,888	0,693	0,906	0,712	0,499	0,828	0,702	0,453
1,6	1,455	1,149	1,398	1,440	1,109	1,358	1,205	0,879	1,439	1,164	1,349
3,2	2,101	2,281	2,355	2,343	1,955	2,682	2,266	1,615	2,665	2,120	2,362
SQD	0,061	0,050	0,069	0,039	0,007	0,046	0,043	0,001	0,004	0,007	0,078

Tabela B15 - Resultados dos coeficientes de desgaste para o modelo 1 e análise do $w_{c,méd}$ e $w_{c,ópt}$, para o conjunto H, provetes H62-H76

Tensão Tangencial (Valores experimentais) (MPa)															
σ_n (MPa)	H62	H63	H64	H65	H66	H67	H68	H69	H70	H71	H72	H73	H74	H75	H76
0,4	0,322	0,367	0,355	0,396	0,580	0,338	0,469	0,393	0,383	0,410	0,339	0,353	0,392	0,358	0,461
0,8	0,711	0,626	0,665	0,764	0,985	0,478	0,688	0,630	0,667	0,713	0,435	0,562	0,838	0,650	0,773
1,6	1,275	1,103	1,025	1,207	1,706	0,889	1,089	1,205	1,196	1,268	0,767	1,144	1,567	1,110	1,181
3,2	2,299	1,783	1,932	2,364	2,928	1,524	1,984	2,185	2,058	1,825	1,652	2,192	2,660	2,193	2,361
Coeficientes de desgaste ($w_{c,i}$)															
σ_n (MPa)	H62	H63	H64	H65	H66	H67	H68	H69	H70	H71	H72	H73	H74	H75	H76
0,8	-0,104	0,146	0,062	0,035	0,152	0,294	0,267	0,198	0,129	0,131	0,357	0,205	-0,069	0,092	0,162
1,6	0,103	0,120	0,230	0,210	0,134	0,070	0,208	0,043	0,104	0,111	0,119	-0,018	0,065	0,147	0,236
3,2	0,099	0,192	0,057	0,021	0,142	0,142	0,089	0,093	0,139	0,280	-0,077	0,042	0,151	0,012	0,000
$w_{c,méd}$	0,032	0,152	0,116	0,089	0,142	0,169	0,188	0,112	0,124	0,174	0,133	0,076	0,049	0,084	0,133
$w_{c,ópt}$	0,090	0,172	0,105	0,072	0,141	0,143	0,140	0,092	0,131	0,232	0,021	0,043	0,123	0,050	0,080
Tensão Tangencial (Valores calculados: $w_{c,méd}$) (MPa)															
σ_n (MPa)	H62	H63	H64	H65	H66	H67	H68	H69	H70	H71	H72	H73	H74	H75	H76
0,4	0,322	0,367	0,355	0,396	0,580	0,338	0,469	0,393	0,383	0,410	0,339	0,353	0,392	0,358	0,461
0,8	0,623	0,622	0,627	0,722	0,995	0,562	0,762	0,698	0,671	0,678	0,587	0,653	0,746	0,656	0,800
1,6	1,375	1,062	1,176	1,393	1,689	0,794	1,117	1,119	1,169	1,177	0,755	1,038	1,594	1,192	1,341
3,2	2,468	1,869	1,811	2,200	2,926	1,477	1,768	2,141	2,094	2,094	1,330	2,112	2,979	2,034	2,048
SQD	0,046	0,009	0,039	0,063	0,000	0,018	0,053	0,014	0,002	0,082	0,127	0,026	0,111	0,032	0,124
Tensão Tangencial (Valores calculados: $w_{c,ópt}$) (MPa)															
σ_n (MPa)	H62	H63	H64	H65	H66	H67	H68	H69	H70	H71	H72	H73	H74	H75	H76
0,4	0,322	0,367	0,355	0,396	0,580	0,338	0,469	0,393	0,383	0,410	0,339	0,353	0,392	0,358	0,461
0,8	0,586	0,607	0,635	0,735	0,997	0,580	0,808	0,713	0,666	0,631	0,663	0,677	0,688	0,681	0,849
1,6	1,293	1,037	1,191	1,418	1,692	0,819	1,183	1,144	1,160	1,096	0,853	1,076	1,471	1,236	1,423
3,2	2,321	1,826	1,834	2,240	2,932	1,523	1,873	2,189	2,078	1,948	1,503	2,189	2,749	2,109	2,173
SQD	0,016	0,007	0,038	0,061	0,000	0,015	0,036	0,011	0,002	0,052	0,081	0,018	0,040	0,024	0,100

Tabela B16 - Resultados dos coeficientes de desgaste para o modelo 1 e análise do $w_{c,méd}$ e $w_{c,ópt}$, para o conjunto I, provetes I255-I267

Tensão Tangencial (Valores experimentais) (MPa)													
σ_n (MPa)	I255	I256	I257	I258	I259	I260	I261	I262	I263	I264	I265	I266	I267
0,4	0,354	0,233	0,304	0,363	0,347	0,191	0,377	0,434	0,363	0,192	0,347	0,381	0,367
0,8	0,638	0,359	0,642	0,573	0,514	0,397	0,592	0,624	0,646	0,345	0,634	0,632	0,727
1,6	1,115	0,976	1,138	1,188	0,754	1,001	1,163	0,959	1,035	0,768	1,323	1,046	1,175
3,2	2,431	2,125	2,580	2,342	1,456	1,954	2,636	2,118	2,500	1,503	2,299	2,149	1,978
Coeficientes de desgaste ($w_{c,i}$)													
σ_n (MPa)	I255	I256	I257	I258	I259	I260	I261	I262	I263	I264	I265	I266	I267
0,8	0,099	0,230	-0,055	0,212	0,260	-0,039	0,216	0,281	0,110	0,101	0,087	0,171	0,009
1,6	0,126	-0,359	0,114	-0,037	0,267	-0,261	0,018	0,231	0,200	-0,112	-0,044	0,172	0,192
3,2	-0,090	-0,089	-0,134	0,015	0,034	0,024	-0,133	-0,104	-0,208	0,021	0,131	-0,027	0,158
$w_{c,méd}$	0,045	-0,073	-0,025	0,063	0,187	-0,092	0,033	0,136	0,034	0,003	0,058	0,105	0,120
$w_{c,ópt}$	-0,027	-0,105	-0,073	0,019	0,127	-0,015	-0,077	0,032	-0,077	0,004	0,098	0,039	0,157
Tensão Tangencial (Valores calculados: $w_{c,méd}$) (MPa)													
σ_n (MPa)	I255	I256	I257	I258	I259	I260	I261	I262	I263	I264	I265	I266	I267
0,4	0,354	0,233	0,304	0,363	0,347	0,191	0,377	0,434	0,363	0,192	0,347	0,381	0,367
0,8	0,677	0,500	0,624	0,681	0,565	0,417	0,730	0,749	0,702	0,383	0,654	0,681	0,646
1,6	1,219	0,770	1,317	1,073	0,836	0,867	1,144	1,078	1,249	0,688	1,194	1,130	1,280
3,2	2,129	2,093	2,333	2,226	1,225	2,186	2,249	1,658	1,999	1,531	2,491	1,873	2,068
SQD	0,103	0,063	0,093	0,038	0,063	0,072	0,169	0,241	0,300	0,009	0,054	0,086	0,026
Tensão Tangencial (Valores calculados: $w_{c,ópt}$) (MPa)													
σ_n (MPa)	I255	I256	I257	I258	I259	I260	I261	I262	I263	I264	I265	I266	I267
0,4	0,354	0,233	0,304	0,363	0,347	0,191	0,377	0,434	0,363	0,192	0,347	0,381	0,367
0,8	0,728	0,515	0,653	0,713	0,606	0,388	0,813	0,840	0,782	0,382	0,626	0,732	0,619
1,6	1,311	0,793	1,378	1,123	0,897	0,806	1,276	1,208	1,392	0,688	1,144	1,214	1,226
3,2	2,291	2,155	2,442	2,330	1,315	2,033	2,507	1,858	2,229	1,530	2,387	2,011	1,980
SQD	0,066	0,058	0,077	0,024	0,049	0,044	0,078	0,176	0,220	0,009	0,040	0,057	0,014

Tabela B17 - Resultados dos coeficientes de desgaste para o modelo 1 e análise do $w_{c,méd}$ e $w_{c,ópt}$, para o conjunto I, provetes I269-I271

Tensão Tangencial (Valores experimentais) (MPa)			
σ_n (MPa)	I269	I270	I271
0,4	0,361	0,568	0,281
0,8	0,498	0,813	0,544
1,6	1,109	1,659	0,902
3,2	2,026	2,549	1,640
Coeficientes de desgaste ($w_{c,i}$)			
σ_n (MPa)	I269	I270	I271
0,8	0,309	0,284	0,032
1,6	-0,113	-0,020	0,171
3,2	0,087	0,232	0,091
$w_{c,méd}$	0,094	0,165	0,098
$w_{c,ópt}$	0,074	0,192	0,107
Tensão Tangencial (Valores calculados: $w_{c,méd}$) (MPa)			
σ_n (MPa)	I269	I270	I271
0,4	0,361	0,568	0,281
0,8	0,653	0,948	0,507
1,6	0,903	1,357	0,982
3,2	2,010	2,770	1,627
SQD	0,067	0,158	0,008
Tensão Tangencial (Valores calculados: $w_{c,ópt}$) (MPa)			
σ_n (MPa)	I269	I270	I271
0,4	0,361	0,568	0,281
0,8	0,668	0,918	0,502
1,6	0,923	1,314	0,972
3,2	2,055	2,682	1,611
SQD	0,064	0,147	0,008

Tabela B18 - Resultados dos coeficientes de desgaste para o modelo 1 e análise do $w_{c,méd}$ e $w_{c,ópt}$, para o conjunto J, provetes J626-J640

Tensão Tangencial (Valores experimentais) (MPa)															
σ_n (MPa)	J626	J627	J628	J629	J630	J631	J632	J633	J634	J635	J636	J637	J638	J639	J640
0,4	0,287	0,329	0,435	0,575	0,378	0,274	0,369	0,151	0,339	0,292	0,390	0,422	0,268	0,228	0,224
0,8	0,451	0,532	0,622	0,755	0,560	0,463	0,515	0,321	0,565	0,707	0,617	0,628	0,465	0,400	0,369
1,6	0,851	1,006	1,061	1,176	0,990	0,748	0,911	0,595	1,064	1,161	1,304	1,272	0,861	0,668	0,685
3,2	1,575	1,716	1,864	2,092	2,269	1,441	1,748	1,114	1,949	2,160	2,265	2,202	1,726	1,379	1,297
Coeficientes de desgaste ($w_{c,i}$)															
σ_n (MPa)	J626	J627	J628	J629	J630	J631	J632	J633	J634	J635	J636	J637	J638	J639	J640
0,8	0,212	0,192	0,286	0,344	0,258	0,155	0,302	-0,063	0,166	-0,212	0,208	0,256	0,132	0,122	0,179
1,6	0,057	0,054	0,147	0,221	0,117	0,192	0,115	0,073	0,058	0,179	-0,056	-0,013	0,075	0,166	0,070
3,2	0,075	0,147	0,122	0,110	-0,146	0,036	0,041	0,064	0,084	0,070	0,132	0,134	-0,002	-0,032	0,054
$w_{c,méd}$	0,115	0,131	0,185	0,225	0,076	0,128	0,153	0,025	0,103	0,012	0,094	0,126	0,068	0,085	0,101
$w_{c,ópt}$	0,083	0,132	0,146	0,172	-0,049	0,086	0,086	0,060	0,085	0,086	0,105	0,118	0,024	0,028	0,067
Tensão Tangencial (Valores calculados: $w_{c,méd}$) (MPa)															
σ_n (MPa)	J626	J627	J628	J629	J630	J631	J632	J633	J634	J635	J636	J637	J638	J639	J640
0,4	0,287	0,329	0,435	0,575	0,378	0,274	0,369	0,151	0,339	0,292	0,390	0,422	0,268	0,228	0,224
0,8	0,507	0,572	0,710	0,891	0,698	0,477	0,625	0,295	0,608	0,576	0,706	0,738	0,499	0,417	0,403
1,6	0,799	0,924	1,014	1,170	1,035	0,807	0,872	0,626	1,014	1,396	1,118	1,097	0,867	0,733	0,663
3,2	1,507	1,748	1,731	1,822	1,829	1,305	1,544	1,162	1,909	2,294	2,362	2,223	1,606	1,223	1,232
SQD	0,010	0,009	0,028	0,091	0,215	0,022	0,055	0,004	0,006	0,090	0,052	0,043	0,016	0,029	0,006
Tensão Tangencial (Valores calculados: $w_{c,ópt}$) (MPa)															
σ_n (MPa)	J626	J627	J628	J629	J630	J631	J632	J633	J634	J635	J636	J637	J638	J639	J640
0,4	0,287	0,329	0,435	0,575	0,378	0,274	0,369	0,151	0,339	0,292	0,390	0,422	0,268	0,228	0,224
0,8	0,526	0,571	0,744	0,952	0,792	0,500	0,674	0,284	0,620	0,533	0,698	0,745	0,523	0,443	0,419
1,6	0,828	0,923	1,062	1,250	1,175	0,846	0,941	0,604	1,034	1,293	1,105	1,108	0,909	0,778	0,688
3,2	1,562	1,747	1,813	1,947	2,076	1,367	1,666	1,119	1,947	2,124	2,335	2,244	1,682	1,299	1,279
SQD	0,006	0,009	0,017	0,065	0,125	0,016	0,033	0,001	0,004	0,049	0,051	0,042	0,008	0,020	0,003

Tabela B19 - Resultados dos coeficientes de desgaste para o modelo 1 e análise do $w_{c,méd}$ e $w_{c,ópt}$, para o conjunto J, provetes J641-J645

Tensão Tangencial (Valores experimentais) (MPa)					
σ_n (MPa)	J641	J642	J643	J644	J645
0,4	0,273	0,211	0,432	0,430	0,288
0,8	0,363	0,355	0,632	0,622	0,467
1,6	0,772	0,802	1,150	1,262	0,846
3,2	1,438	1,538	1,923	2,236	1,470
Coeficientes de desgaste ($w_{c,i}$)					
σ_n (MPa)	J641	J642	J643	J644	J645
0,8	0,335	0,160	0,269	0,277	0,191
1,6	-0,064	-0,130	0,090	-0,015	0,094
3,2	0,069	0,042	0,164	0,114	0,131
$w_{c,méd}$	0,113	0,024	0,174	0,125	0,139
$w_{c,ópt}$	0,072	0,022	0,159	0,105	0,128
Tensão Tangencial (Valores calculados: $w_{c,méd}$) (MPa)					
σ_n (MPa)	J641	J642	J643	J644	J645
0,4	0,273	0,211	0,432	0,430	0,288
0,8	0,484	0,413	0,714	0,752	0,497
1,6	0,643	0,693	1,044	1,088	0,804
3,2	1,369	1,566	1,900	2,208	1,457
SQD	0,036	0,016	0,019	0,048	0,003
Tensão Tangencial (Valores calculados: $w_{c,ópt}$) (MPa)					
σ_n (MPa)	J641	J642	J643	J644	J645
0,4	0,273	0,211	0,432	0,430	0,288
0,8	0,506	0,414	0,727	0,770	0,503
1,6	0,674	0,695	1,063	1,113	0,814
3,2	1,433	1,570	1,935	2,259	1,475
SQD	0,030	0,016	0,017	0,044	0,002

Tabela B20 - Resultados dos coeficientes de desgaste para o modelo 1 e análise do $w_{c,méd}$ e $w_{c,ópt}$, para o conjunto L, provetes L123-L145

Tensão Tangencial (Valores experimentais) (MPa)															
σ_n (MPa)	L123	L124	L125	L126	L127	L128	L129	L135	L137	L140	L141	L142	L143	L144	L145
0,4	0,482	0,383	0,353	0,428	0,343	0,627	0,322	0,459	0,412	0,372	0,316	0,364	0,337	0,275	0,346
0,8	0,910	0,668	0,834	0,553	0,586	1,069	0,669	0,666	0,646	0,689	0,690	0,626	0,564	0,454	0,656
1,6	1,433	1,202	1,439	0,993	1,073	1,839	1,196	1,237	1,298	1,358	1,286	1,288	1,071	0,883	1,115
3,2	2,569	2,171	2,644	1,999	1,982	3,253	2,175	2,134	2,298	2,548	2,427	2,453	2,035	1,862	2,338
Coeficientes de desgaste ($w_{c,i}$)															
σ_n (MPa)	L123	L124	L125	L126	L127	L128	L129	L135	L137	L140	L141	L142	L143	L144	L145
0,8	0,055	0,127	-0,181	0,355	0,146	0,147	-0,038	0,275	0,216	0,074	-0,091	0,140	0,162	0,175	0,053
1,6	0,213	0,100	0,137	0,102	0,084	0,140	0,106	0,072	-0,004	0,015	0,068	-0,028	0,051	0,027	0,149
3,2	0,103	0,097	0,081	-0,007	0,076	0,116	0,091	0,137	0,115	0,062	0,056	0,047	0,050	-0,054	-0,048
$w_{c,méd}$	0,124	0,108	0,012	0,150	0,102	0,134	0,053	0,161	0,109	0,050	0,011	0,053	0,088	0,049	0,051
$w_{c,ópt}$	0,129	0,100	0,083	0,061	0,083	0,124	0,087	0,137	0,101	0,054	0,052	0,039	0,058	-0,022	0,006
Tensão Tangencial (Valores calculados: $w_{c,méd}$) (MPa)															
σ_n (MPa)	L123	L124	L125	L126	L127	L128	L129	L135	L137	L140	L141	L142	L143	L144	L145
0,4	0,482	0,383	0,353	0,428	0,343	0,627	0,322	0,459	0,412	0,372	0,316	0,364	0,337	0,275	0,346
0,8	0,844	0,682	0,697	0,728	0,616	1,085	0,610	0,770	0,735	0,707	0,625	0,689	0,614	0,523	0,657
1,6	1,595	1,191	1,648	0,940	1,052	1,852	1,267	1,118	1,152	1,309	1,365	1,186	1,029	0,863	1,244
3,2	2,510	2,145	2,843	1,688	1,927	3,185	2,265	2,075	2,314	2,580	2,543	2,439	1,954	1,679	2,116
SQD	0,034	0,001	0,101	0,131	0,004	0,005	0,017	0,029	0,029	0,004	0,024	0,015	0,011	0,039	0,066
Tensão Tangencial (Valores calculados: $w_{c,ópt}$) (MPa)															
σ_n (MPa)	L123	L124	L125	L126	L127	L128	L129	L135	L137	L140	L141	L142	L143	L144	L145
0,4	0,482	0,383	0,353	0,428	0,343	0,627	0,322	0,459	0,412	0,372	0,316	0,364	0,337	0,275	0,346
0,8	0,839	0,689	0,647	0,804	0,629	1,098	0,588	0,792	0,741	0,705	0,599	0,699	0,634	0,563	0,688
1,6	1,586	1,202	1,529	1,038	1,074	1,874	1,221	1,150	1,163	1,305	1,308	1,203	1,062	0,928	1,303
3,2	2,495	2,164	2,638	1,865	1,968	3,223	2,183	2,134	2,335	2,571	2,437	2,474	2,017	1,806	2,217
SQD	0,034	0,000	0,043	0,084	0,002	0,003	0,007	0,024	0,029	0,004	0,009	0,013	0,005	0,017	0,051

Tabela B21 - Resultados dos coeficientes de desgaste para o modelo 1 e análise do $w_{c,méd}$ e $w_{c,ópt}$, para o conjunto L, provetes L146-L256

Tensão Tangencial (Valores experimentais) (MPa)											
σ_n (MPa)	L146	L247	L248	L249	L250	L251	L252	L253	L254	L255	L256
0,4	0,453	0,231	0,314	0,354	0,352	0,337	0,535	0,271	0,433	0,489	0,304
0,8	0,691	0,659	0,564	0,659	0,678	0,577	0,859	0,535	0,810	0,897	0,626
1,6	1,266	1,134	1,071	1,213	1,205	1,179	1,479	1,042	1,407	1,635	1,072
3,2	2,623	2,232	2,035	2,407	2,152	2,056	2,874	1,826	2,867	3,009	2,260
Coeficientes de desgaste ($w_{c,i}$)											
σ_n (MPa)	L146	L247	L248	L249	L250	L251	L252	L253	L254	L255	L256
0,8	0,238	-0,427	0,102	0,070	0,036	0,143	0,197	0,014	0,066	0,083	-0,029
1,6	0,083	0,140	0,051	0,079	0,111	-0,021	0,139	0,027	0,131	0,088	0,144
3,2	-0,036	0,016	0,050	0,008	0,107	0,128	0,028	0,124	-0,019	0,080	-0,054
$w_{c,méd}$	0,095	-0,090	0,068	0,052	0,085	0,083	0,122	0,055	0,059	0,084	0,020
$w_{c,ópt}$	0,014	0,033	0,053	0,027	0,104	0,102	0,069	0,099	0,022	0,082	-0,005
Tensão Tangencial (Valores calculados: $w_{c,méd}$) (MPa)											
σ_n (MPa)	L146	L247	L248	L249	L250	L251	L252	L253	L254	L255	L256
0,4	0,453	0,231	0,314	0,354	0,352	0,337	0,535	0,271	0,433	0,489	0,304
0,8	0,820	0,504	0,586	0,671	0,644	0,617	0,940	0,513	0,815	0,896	0,596
1,6	1,250	1,437	1,052	1,249	1,241	1,059	1,509	1,012	1,524	1,644	1,227
3,2	2,292	2,472	1,997	2,299	2,206	2,161	2,598	1,969	2,647	2,997	2,100
SQD	0,127	0,174	0,002	0,013	0,005	0,027	0,084	0,022	0,062	0,000	0,050
Tensão Tangencial (Valores calculados: $w_{c,ópt}$) (MPa)											
σ_n (MPa)	L146	L247	L248	L249	L250	L251	L252	L253	L254	L255	L256
0,4	0,453	0,231	0,314	0,354	0,352	0,337	0,535	0,271	0,433	0,489	0,304
0,8	0,894	0,447	0,595	0,689	0,630	0,605	0,997	0,489	0,848	0,898	0,612
1,6	1,362	1,275	1,068	1,282	1,216	1,037	1,600	0,965	1,585	1,647	1,259
3,2	2,498	2,193	2,027	2,361	2,160	2,117	2,754	1,877	2,753	3,003	2,154
SQD	0,066	0,067	0,001	0,008	0,002	0,025	0,048	0,011	0,046	0,000	0,046

Tabela B22 - Resultados dos coeficientes de desgaste para o modelo 1 e análise do $w_{c,méd}$ e $w_{c,ópt}$, para o conjunto M, provetes M1-M17

Tensão Tangencial (Valores experimentais) (MPa)															
σ_n (MPa)	M1	M1A	M2	M4	M5	M7	M8	M9	M10	M11	M12	M13	M14	M16	M17
0,4	0,383	0,507	0,438	0,392	0,440	0,541	0,395	0,485	0,360	0,422	0,328	0,384	0,469	0,420	0,350
0,8	0,659	0,781	0,800	0,752	0,786	0,966	0,752	0,784	0,674	0,767	0,604	0,669	0,673	0,731	0,606
1,6	1,194	1,381	1,522	1,463	1,504	1,793	1,465	1,480	1,284	1,456	1,133	1,175	1,421	1,336	1,104
3,2	2,423	2,725	2,885	2,810	2,882	3,361	2,837	2,833	2,582	2,809	2,129	2,275	2,599	2,590	2,152
Coeficientes de desgaste ($w_{c,i}$)															
σ_n (MPa)	M1	M1A	M2	M4	M5	M7	M8	M9	M10	M11	M12	M13	M14	M16	M17
0,8	0,140	0,230	0,086	0,041	0,107	0,107	0,049	0,192	0,064	0,090	0,081	0,127	0,282	0,130	0,135
1,6	0,094	0,115	0,049	0,027	0,043	0,072	0,026	0,056	0,047	0,051	0,062	0,122	-0,055	0,087	0,089
3,2	-0,014	0,014	0,052	0,040	0,042	0,063	0,031	0,043	-0,005	0,036	0,060	0,032	0,085	0,030	0,026
$w_{c,méd}$	0,073	0,119	0,062	0,036	0,064	0,081	0,035	0,097	0,035	0,059	0,068	0,094	0,104	0,082	0,083
$w_{c,ópt}$	0,020	0,056	0,053	0,037	0,046	0,068	0,031	0,057	0,009	0,042	0,062	0,060	0,078	0,050	0,047
Tensão Tangencial (Valores calculados: $w_{c,méd}$) (MPa)															
σ_n (MPa)	M1	M1A	M2	M4	M5	M7	M8	M9	M10	M11	M12	M13	M14	M16	M17
0,4	0,383	0,507	0,438	0,392	0,440	0,541	0,395	0,485	0,360	0,422	0,328	0,384	0,469	0,420	0,350
0,8	0,710	0,892	0,821	0,756	0,823	0,995	0,762	0,876	0,694	0,794	0,612	0,695	0,840	0,771	0,642
1,6	1,222	1,375	1,500	1,450	1,471	1,776	1,450	1,415	1,300	1,444	1,126	1,213	1,206	1,342	1,111
3,2	2,214	2,433	2,854	2,822	2,817	3,296	2,826	2,673	2,479	2,741	2,112	2,130	2,545	2,452	2,025
SQD	0,047	0,098	0,002	0,000	0,007	0,005	0,000	0,038	0,011	0,005	0,000	0,023	0,077	0,021	0,017
Tensão Tangencial (Valores calculados: $w_{c,ópt}$) (MPa)															
σ_n (MPa)	M1	M1A	M2	M4	M5	M7	M8	M9	M10	M11	M12	M13	M14	M16	M17
0,4	0,383	0,507	0,438	0,392	0,440	0,541	0,395	0,485	0,360	0,422	0,328	0,384	0,469	0,420	0,350
0,8	0,751	0,957	0,829	0,755	0,839	1,009	0,766	0,915	0,713	0,808	0,616	0,721	0,865	0,799	0,667
1,6	1,291	1,474	1,514	1,448	1,499	1,802	1,456	1,478	1,335	1,470	1,133	1,259	1,241	1,390	1,155
3,2	2,340	2,609	2,881	2,817	2,869	3,343	2,838	2,791	2,545	2,790	2,125	2,211	2,620	2,539	2,104
SQD	0,025	0,053	0,001	0,000	0,003	0,002	0,000	0,019	0,005	0,002	0,000	0,014	0,069	0,010	0,009

Tabela B23 - Resultados dos coeficientes de desgaste para o modelo 1 e análise do $w_{c,méd}$ e $w_{c,ópt}$, para o conjunto M, provetes M19-M36

Tensão Tangencial (Valores experimentais) (MPa)													
σ_n (MPa)	M19	M20	M21	M22	M26	M29	M30	M31	M32	M33	M34	M35	M36
0,4	0,413	0,406	0,606	0,293	0,451	0,452	0,417	0,422	0,329	0,438	0,412	0,420	0,367
0,8	0,713	0,678	0,965	0,597	0,814	0,741	0,793	0,823	0,646	0,825	0,736	0,712	0,681
1,6	1,278	1,242	1,694	1,080	1,553	1,347	1,435	1,527	1,288	1,465	1,275	1,356	1,245
3,2	2,399	2,335	3,146	2,144	2,975	2,616	2,794	2,633	2,379	2,725	2,325	2,548	2,387
Coeficientes de desgaste ($w_{c,i}$)													
σ_n (MPa)	M19	M20	M21	M22	M26	M29	M30	M31	M32	M33	M34	M35	M36
0,8	0,135	0,165	0,205	-0,019	0,097	0,181	0,049	0,025	0,019	0,058	0,107	0,153	0,072
1,6	0,104	0,084	0,122	0,096	0,046	0,091	0,096	0,072	0,004	0,112	0,134	0,047	0,085
3,2	0,062	0,060	0,071	0,007	0,042	0,029	0,026	0,138	0,076	0,070	0,088	0,060	0,041
$w_{c,méd}$	0,100	0,103	0,133	0,028	0,062	0,100	0,057	0,078	0,033	0,080	0,110	0,087	0,066
$w_{c,ópt}$	0,076	0,073	0,094	0,025	0,047	0,054	0,043	0,118	0,060	0,079	0,100	0,064	0,053
Tensão Tangencial (Valores calculados: $w_{c,méd}$) (MPa)													
σ_n (MPa)	M19	M20	M21	M22	M26	M29	M30	M31	M32	M33	M34	M35	M36
0,4	0,413	0,406	0,606	0,293	0,451	0,452	0,417	0,422	0,329	0,438	0,412	0,420	0,367
0,8	0,742	0,728	1,052	0,569	0,846	0,814	0,787	0,778	0,637	0,806	0,734	0,767	0,685
1,6	1,284	1,217	1,674	1,161	1,527	1,334	1,496	1,516	1,250	1,518	1,311	1,300	1,271
3,2	2,299	2,228	2,938	2,099	2,914	2,424	2,706	2,815	2,491	2,695	2,270	2,477	2,326
SQD	0,011	0,015	0,051	0,009	0,005	0,042	0,012	0,035	0,014	0,004	0,004	0,011	0,004
Tensão Tangencial (Valores calculados: $w_{c,ópt}$) (MPa)													
σ_n (MPa)	M19	M20	M21	M22	M26	M29	M30	M31	M32	M33	M34	M35	M36
0,4	0,413	0,406	0,606	0,293	0,451	0,452	0,417	0,422	0,329	0,438	0,412	0,420	0,367
0,8	0,762	0,753	1,098	0,571	0,860	0,855	0,798	0,745	0,620	0,807	0,742	0,786	0,695
1,6	1,318	1,257	1,747	1,164	1,552	1,402	1,518	1,452	1,215	1,520	1,325	1,332	1,289
3,2	2,361	2,303	3,068	2,105	2,962	2,548	2,746	2,695	2,422	2,699	2,295	2,538	2,359
SQD	0,005	0,007	0,027	0,009	0,002	0,021	0,009	0,016	0,008	0,004	0,003	0,006	0,003

Tabela B24 - Resultados dos coeficientes de desgaste para o modelo 1 e análise do $w_{c,méd}$ e $w_{c,ópt}$, para o conjunto M, provetes M37-M40

Tensão Tangencial (Valores experimentais) (MPa)			
σ_n (MPa)	M37	M39	M40
0,4	0,352	0,343	0,519
0,8	0,636	0,655	0,814
1,6	1,311	1,259	1,444
3,2	2,540	2,424	2,732
Coeficientes de desgaste ($w_{c,i}$)			
σ_n (MPa)	M37	M39	M40
0,8	0,096	0,046	0,216
1,6	-0,031	0,039	0,113
3,2	0,031	0,038	0,054
$w_{c,méd}$	0,032	0,041	0,128
$w_{c,ópt}$	0,024	0,038	0,081
Tensão Tangencial (Valores calculados: $w_{c,méd}$) (MPa)			
σ_n (MPa)	M37	M39	M40
0,4	0,352	0,343	0,519
0,8	0,681	0,659	0,906
1,6	1,231	1,257	1,420
3,2	2,538	2,416	2,519
SQD	0,008	0,000	0,054
Tensão Tangencial (Valores calculados: $w_{c,ópt}$) (MPa)			
σ_n (MPa)	M37	M39	M40
0,4	0,352	0,343	0,519
0,8	0,687	0,661	0,954
1,6	1,242	1,260	1,495
3,2	2,560	2,422	2,653
SQD	0,008	0,000	0,028

Tabela B25 - Resultados dos coeficientes de desgaste para o modelo 1 e análise do $w_{c,méd}$ e $w_{c,ópt}$, para o conjunto N, provetes N1-N15

Tensão Tangencial (Valores experimentais) (MPa)															
σ_n (MPa)	N1	N2	N3	N4	N5	N6	N7	N8	N9	N10	N11	N12	N13	N14	N15
0,4	0,505	0,348	0,403	0,276	0,316	0,379	0,272	0,351	0,351	0,337	0,328	0,376	0,261	0,311	0,320
0,8	0,777	0,682	0,693	0,554	0,616	0,674	0,581	0,463	0,666	0,882	0,616	0,633	0,478	0,523	0,546
1,6	1,498	1,180	1,229	1,065	1,050	0,988	0,816	1,050	1,355	1,321	1,091	1,016	0,994	0,868	1,026
3,2	2,663	2,238	2,316	1,639	1,963	2,213	1,917	2,211	2,466	2,277	2,140	1,833	1,865	2,003	1,887
Coeficientes de desgaste ($w_{c,i}$)															
σ_n (MPa)	N1	N2	N3	N4	N5	N6	N7	N8	N9	N10	N11	N12	N13	N14	N15
0,8	0,231	0,020	0,139	-0,004	0,026	0,110	-0,067	0,340	0,050	-0,308	0,061	0,157	0,086	0,159	0,146
1,6	0,036	0,134	0,114	0,038	0,148	0,267	0,297	-0,134	-0,017	0,251	0,114	0,198	-0,040	0,169	0,061
3,2	0,111	0,052	0,058	0,230	0,065	-0,120	-0,174	-0,053	0,090	0,138	0,020	0,098	0,062	-0,153	0,081
$w_{c,méd}$	0,126	0,069	0,103	0,088	0,079	0,086	0,019	0,051	0,041	0,027	0,065	0,151	0,036	0,058	0,096
$w_{c,ópt}$	0,106	0,069	0,076	0,180	0,082	0,013	-0,019	-0,031	0,068	0,152	0,044	0,129	0,045	-0,048	0,081
Tensão Tangencial (Valores calculados: $w_{c,méd}$) (MPa)															
σ_n (MPa)	N1	N2	N3	N4	N5	N6	N7	N8	N9	N10	N11	N12	N13	N14	N15
0,4	0,505	0,348	0,403	0,276	0,316	0,379	0,272	0,351	0,351	0,337	0,328	0,376	0,261	0,311	0,320
0,8	0,883	0,648	0,722	0,503	0,582	0,692	0,534	0,666	0,672	0,656	0,613	0,638	0,504	0,585	0,578
1,6	1,357	1,270	1,243	1,010	1,134	1,233	1,140	0,879	1,277	1,716	1,152	1,075	0,921	0,984	0,988
3,2	2,618	2,198	2,204	1,942	1,933	1,807	1,602	1,994	2,599	2,569	2,041	1,726	1,916	1,636	1,856
SQD	0,033	0,011	0,014	0,097	0,009	0,225	0,206	0,118	0,024	0,293	0,013	0,015	0,009	0,152	0,003
Tensão Tangencial (Valores calculados: $w_{c,ópt}$) (MPa)															
σ_n (MPa)	N1	N2	N3	N4	N5	N6	N7	N8	N9	N10	N11	N12	N13	N14	N15
0,4	0,505	0,348	0,403	0,276	0,316	0,379	0,272	0,351	0,351	0,337	0,328	0,376	0,261	0,311	0,320
0,8	0,903	0,647	0,744	0,452	0,580	0,748	0,555	0,723	0,653	0,572	0,627	0,655	0,499	0,651	0,588
1,6	1,388	1,269	1,281	0,908	1,130	1,331	1,184	0,955	1,241	1,496	1,178	1,104	0,913	1,095	1,004
3,2	2,678	2,197	2,271	1,747	1,927	1,951	1,664	2,166	2,525	2,239	2,087	1,771	1,898	1,820	1,886
SQD	0,028	0,011	0,007	0,046	0,009	0,192	0,200	0,079	0,017	0,128	0,010	0,012	0,008	0,101	0,002

Tabela B26 - Resultados dos coeficientes de desgaste para o modelo 1 e análise do $w_{c,méd}$ e $w_{c,ópt}$, para o conjunto N, provetes N16-N18

Tensão Tangencial (Valores experimentais) (MPa)			
σ_n (MPa)	N16	N17	N18
0,4	0,425	0,393	0,268
0,8	0,778	0,757	0,445
1,6	1,439	1,429	1,009
3,2	2,834	2,493	1,883
Coeficientes de desgaste ($w_{c,i}$)			
σ_n (MPa)	N16	N17	N18
0,8	0,085	0,036	0,170
1,6	0,076	0,057	-0,135
3,2	0,015	0,128	0,067
$w_{c,méd}$	0,059	0,073	0,034
$w_{c,ópt}$	0,032	0,108	0,042
Tensão Tangencial (Valores calculados: $w_{c,méd}$) (MPa)			
σ_n (MPa)	N16	N17	N18
0,4	0,425	0,393	0,268
0,8	0,801	0,728	0,518
1,6	1,466	1,404	0,859
3,2	2,709	2,648	1,949
SQD	0,017	0,026	0,032
Tensão Tangencial (Valores calculados: $w_{c,ópt}$) (MPa)			
σ_n (MPa)	N16	N17	N18
0,4	0,425	0,393	0,268
0,8	0,823	0,701	0,514
1,6	1,506	1,351	0,852
3,2	2,784	2,550	1,934
SQD	0,009	0,012	0,032

Tabela B27 - Resultados dos coeficientes de desgaste para o modelo 1 e análise do $w_{c,méd}$ e $w_{c,ópt}$, para o conjunto O, provetes O43-O59

Tensão Tangencial (Valores experimentais) (MPa)														
σ_n (MPa)	O43	O47	O48	O49	O50	O51	O52	O53	O54	O55	O56	O57	O58	O59
0,25	0,230	0,280	0,248	0,292	0,164	0,387	0,192	0,126	0,193	0,209	0,167	0,204	0,155	0,225
0,50	0,354	0,485	0,453	0,348	0,279	0,585	0,301	0,261	0,293	0,284	0,340	0,360	0,300	0,333
1,00	0,702	0,868	0,789	0,708	0,534	1,170	0,571	0,526	0,606	0,658	0,638	0,670	0,619	0,644
2,00	1,298	1,652	1,434	1,344	1,074	2,196	1,091	1,042	1,076	1,310	1,297	1,325	1,159	1,212
Coeficientes de desgaste ($w_{c,i}$)														
σ_n (MPa)	O43	O47	O48	O49	O50	O51	O52	O53	O54	O55	O56	O57	O58	O59
0,50	0,229	0,135	0,088	0,404	0,151	0,244	0,219	-0,030	0,241	0,320	-0,017	0,118	0,032	0,259
1,00	0,009	0,106	0,130	-0,017	0,042	0,001	0,051	-0,009	-0,036	-0,157	0,062	0,069	-0,032	0,034
2,00	0,075	0,048	0,090	0,051	-0,006	0,061	0,045	0,009	0,112	0,005	-0,017	0,010	0,064	0,059
$w_{c,méd}$	0,104	0,096	0,103	0,146	0,063	0,102	0,105	-0,010	0,106	0,056	0,009	0,066	0,021	0,117
$w_{c,ópt}$	0,075	0,067	0,099	0,082	0,015	0,065	0,060	0,004	0,096	0,006	0,000	0,030	0,045	0,072
Tensão Tangencial (Valores calculados: $w_{c,méd}$) (MPa)														
σ_n (MPa)	O43	O47	O48	O49	O50	O51	O52	O53	O54	O55	O56	O57	O58	O59
0,25	0,230	0,280	0,248	0,292	0,164	0,387	0,192	0,126	0,193	0,209	0,167	0,204	0,155	0,225
0,50	0,411	0,507	0,446	0,498	0,308	0,696	0,345	0,255	0,345	0,395	0,331	0,381	0,303	0,397
1,00	0,634	0,877	0,813	0,595	0,522	1,051	0,538	0,526	0,523	0,537	0,673	0,672	0,587	0,589
2,00	1,257	1,569	1,415	1,210	1,001	2,100	1,022	1,062	1,084	1,243	1,263	1,251	1,212	1,137
SQD	0,010	0,008	0,001	0,054	0,006	0,035	0,008	0,000	0,010	0,031	0,002	0,006	0,004	0,013
Tensão Tangencial (Valores calculados: $w_{c,ópt}$) (MPa)														
σ_n (MPa)	O43	O47	O48	O49	O50	O51	O52	O53	O54	O55	O56	O57	O58	O59
0,25	0,230	0,280	0,248	0,292	0,164	0,387	0,192	0,126	0,193	0,209	0,167	0,204	0,155	0,225
0,50	0,425	0,523	0,447	0,536	0,323	0,724	0,362	0,252	0,349	0,416	0,334	0,395	0,296	0,418
1,00	0,655	0,905	0,816	0,639	0,549	1,095	0,565	0,519	0,529	0,566	0,680	0,698	0,573	0,619
2,00	1,299	1,619	1,420	1,300	1,052	2,188	1,073	1,047	1,096	1,309	1,276	1,299	1,183	1,196
SQD	0,007	0,004	0,001	0,042	0,003	0,025	0,004	0,000	0,009	0,026	0,002	0,003	0,003	0,008

Tabela B28 - Resultados dos coeficientes de desgaste para o modelo 1 e análise do $w_{c,méd}$ e $w_{c,ópt}$, para o conjunto O, provetes O60-O62

Tensão Tangencial (Valores experimentais) (MPa)			
σ_n (MPa)	O60	O61	O62
0,25	0,277	0,170	0,274
0,50	0,498	0,329	0,495
1,00	0,868	0,661	0,913
2,00	1,691	1,356	1,706
Coeficientes de desgaste ($w_{c,i}$)			
σ_n (MPa)	O60	O61	O62
0,50	0,100	0,035	0,095
1,00	0,129	-0,005	0,077
2,00	0,026	-0,025	0,066
$w_{c,méd}$	0,085	0,002	0,080
$w_{c,ópt}$	0,055	-0,018	0,070
Tensão Tangencial (Valores calculados: $w_{c,méd}$) (MPa)			
σ_n (MPa)	O60	O61	O62
0,25	0,277	0,170	0,274
0,50	0,506	0,340	0,504
1,00	0,911	0,657	0,911
2,00	1,588	1,320	1,681
SQD	0,012	0,001	0,001
Tensão Tangencial (Valores calculados: $w_{c,ópt}$) (MPa)			
σ_n (MPa)	O60	O61	O62
0,25	0,277	0,170	0,274
0,50	0,523	0,347	0,509
1,00	0,941	0,670	0,920
2,00	1,640	1,346	1,698
SQD	0,009	0,000	0,000

Tabela B29 - Resultados dos coeficientes de desgaste para o modelo 1 e análise do $w_{c,méd}$ e $w_{c,ópt}$, para o conjunto P, provetes P1-P12A

Tensão Tangencial (Valores experimentais) (MPa)														
σ_n (MPa)	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P8A	P8B	P8C	P9	P10A	P10B	P11A	P12A
0,5	0,560	0,353	0,465	0,475	0,607	0,568	0,529	0,480	0,537	0,478	0,481	0,492	0,444	0,304
1,0	0,836	0,710	0,775	0,785	0,980	0,908	0,859	0,640	0,797	0,801	0,894	0,729	0,739	0,614
2,0	1,588	1,384	1,454	1,396	1,804	1,709	1,734	1,363	1,617	1,504	1,475	1,320	1,367	1,211
4,0	3,142	2,337	2,924	2,789	3,402	3,731	2,640	3,139	2,632	2,323	3,068	2,839	2,446	2,398
Coeficientes de desgaste ($w_{c,i}$)														
σ_n (MPa)	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P8A	P8B	P8C	P9	P10A	P10B	P11A	P12A
1,0	0,253	-0,006	0,167	0,174	0,193	0,201	0,189	0,334	0,257	0,163	0,070	0,259	0,168	-0,012
2,0	0,051	0,025	0,062	0,112	0,079	0,060	-0,009	-0,065	-0,014	0,061	0,175	0,095	0,074	0,014
4,0	0,011	0,156	-0,005	0,001	0,057	-0,092	0,239	-0,152	0,186	0,227	-0,040	-0,075	0,105	0,010
$w_{c,méd}$	0,105	0,059	0,075	0,095	0,110	0,056	0,139	0,039	0,143	0,150	0,068	0,093	0,116	0,004
$w_{c,ópt}$	0,040	0,122	0,021	0,039	0,073	-0,038	0,190	-0,093	0,156	0,189	0,022	-0,007	0,104	0,010
Tensão Tangencial (Valores calculados: $w_{c,méd}$) (MPa)														
σ_n (MPa)	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P8A	P8B	P8C	P9	P10A	P10B	P11A	P12A
0,5	0,560	0,353	0,465	0,475	0,607	0,568	0,529	0,480	0,537	0,478	0,481	0,492	0,444	0,304
1,0	1,002	0,665	0,861	0,860	1,081	1,073	0,911	0,923	0,920	0,812	0,896	0,892	0,784	0,605
2,0	1,497	1,337	1,434	1,421	1,744	1,715	1,478	1,230	1,366	1,361	1,666	1,323	1,306	1,224
4,0	2,842	2,606	2,692	2,525	3,212	3,225	2,984	2,620	2,772	2,555	2,748	2,395	2,418	2,412
SQD	0,126	0,077	0,062	0,076	0,050	0,283	0,186	0,368	0,097	0,074	0,139	0,223	0,007	0,000
Tensão Tangencial (Valores calculados: $w_{c,ópt}$) (MPa)														
σ_n (MPa)	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P8A	P8B	P8C	P9	P10A	P10B	P11A	P12A
0,5	0,560	0,353	0,465	0,475	0,607	0,568	0,529	0,480	0,537	0,478	0,481	0,492	0,444	0,304
1,0	1,075	0,620	0,911	0,913	1,126	1,180	0,858	1,049	0,906	0,776	0,941	0,991	0,795	0,601
2,0	1,605	1,247	1,517	1,509	1,817	1,886	1,392	1,399	1,346	1,299	1,749	1,469	1,324	1,217
4,0	3,048	2,430	2,847	2,681	3,346	3,547	2,809	2,979	2,730	2,440	2,887	2,659	2,451	2,399
SQD	0,066	0,036	0,028	0,041	0,025	0,139	0,146	0,195	0,095	0,056	0,110	0,123	0,005	0,000

Tabela B30 - Resultados dos coeficientes de desgaste para o modelo 1 e análise do $w_{c,méd}$ e $w_{c,ópt}$, para o conjunto P, provetes P12B-P14

Tensão Tangencial (Valores experimentais) (MPa)			
σ_n (MPa)	P12B	P13	P14
0,5	0,420	0,407	0,527
1,0	0,737	0,707	1,012
2,0	1,500	1,343	1,853
4,0	2,885	2,323	3,098
Coeficientes de desgaste ($w_{c,i}$)			
σ_n (MPa)	P12B	P13	P14
1,0	0,122	0,131	0,040
2,0	-0,018	0,050	0,084
4,0	0,038	0,135	0,164
$w_{c,méd}$	0,047	0,106	0,096
$w_{c,ópt}$	0,033	0,118	0,140
Tensão Tangencial (Valores calculados: $w_{c,méd}$) (MPa)			
σ_n (MPa)	P12B	P13	P14
0,5	0,420	0,407	0,527
1,0	0,799	0,728	0,953
2,0	1,403	1,265	1,830
4,0	2,857	2,402	3,350
SQD	0,014	0,013	0,068
Tensão Tangencial (Valores calculados: $w_{c,ópt}$) (MPa)			
σ_n (MPa)	P12B	P13	P14
0,5	0,420	0,407	0,527
1,0	0,811	0,718	0,907
2,0	1,425	1,247	1,742
4,0	2,901	2,369	3,189
SQD	0,012	0,011	0,032

Tabela B31 - Resultados dos coeficientes de desgaste para o modelo 1 e análise do $w_{c,méd}$ e $w_{c,ópt}$, para o conjunto Q, provetes Q101-Q136

Tensão Tangencial (Valores experimentais) (MPa)														
σ_n (MPa)	Q101	Q102	Q103	Q104	Q105	Q106	Q107	Q108	Q109	Q110	Q111	Q112	Q135	Q136
0,4	0,331	0,462	0,333	0,412	0,284	0,387	0,327	0,531	0,346	0,372	0,281	0,403	0,385	0,493
0,8	0,609	0,890	0,752	0,615	0,523	0,530	0,545	0,661	0,614	0,663	0,457	0,696	0,749	0,781
1,6	0,865	1,334	1,239	1,129	0,992	1,130	0,973	1,225	1,116	1,328	0,997	1,241	1,216	1,544
3,2	1,807	2,585	2,292	2,181	1,248	1,947	1,953	1,881	2,467	1,610	1,873	2,409	2,320	2,906
Coeficientes de desgaste ($w_{c,i}$)														
σ_n (MPa)	Q101	Q102	Q103	Q104	Q105	Q106	Q107	Q108	Q109	Q110	Q111	Q112	Q135	Q136
0,8	0,081	0,037	-0,129	0,253	0,078	0,315	0,168	0,377	0,113	0,110	0,186	0,138	0,027	0,207
1,6	0,290	0,251	0,177	0,082	0,052	-0,066	0,108	0,073	0,091	-0,002	-0,090	0,109	0,188	0,012
3,2	-0,044	0,031	0,075	0,034	0,371	0,138	-0,004	0,232	-0,105	0,394	0,060	0,029	0,046	0,059
$w_{c,méd}$	0,109	0,106	0,041	0,123	0,167	0,129	0,091	0,228	0,033	0,167	0,052	0,092	0,087	0,093
$w_{c,ópt}$	0,068	0,094	0,091	0,064	0,288	0,120	0,034	0,219	-0,048	0,303	0,044	0,055	0,081	0,061
Tensão Tangencial (Valores calculados: $w_{c,méd}$) (MPa)														
σ_n (MPa)	Q101	Q102	Q103	Q104	Q105	Q106	Q107	Q108	Q109	Q110	Q111	Q112	Q135	Q136
0,4	0,331	0,462	0,333	0,412	0,284	0,387	0,327	0,531	0,346	0,372	0,281	0,403	0,385	0,493
0,8	0,591	0,826	0,639	0,722	0,473	0,674	0,596	0,820	0,669	0,620	0,532	0,733	0,703	0,894
1,6	1,085	1,591	1,444	1,079	0,872	0,923	0,992	1,021	1,188	1,104	0,867	1,264	1,367	1,417
3,2	1,542	2,384	2,376	1,980	1,653	1,967	1,769	1,893	2,159	2,211	1,890	2,253	2,220	2,802
SQD	0,119	0,111	0,062	0,054	0,181	0,064	0,037	0,067	0,103	0,414	0,023	0,026	0,035	0,040
Tensão Tangencial (Valores calculados: $w_{c,ópt}$) (MPa)														
σ_n (MPa)	Q101	Q102	Q103	Q104	Q105	Q106	Q107	Q108	Q109	Q110	Q111	Q112	Q135	Q136
0,4	0,331	0,462	0,333	0,412	0,284	0,387	0,327	0,531	0,346	0,372	0,281	0,403	0,385	0,493
0,8	0,618	0,838	0,606	0,770	0,404	0,681	0,632	0,828	0,725	0,519	0,537	0,763	0,707	0,925
1,6	1,135	1,613	1,368	1,151	0,745	0,933	1,053	1,032	1,287	0,924	0,875	1,315	1,376	1,467
3,2	1,613	2,417	2,253	2,112	1,413	1,988	1,878	1,913	2,339	1,851	1,907	2,345	2,235	2,899
SQD	0,111	0,109	0,040	0,029	0,102	0,063	0,020	0,066	0,058	0,242	0,022	0,014	0,035	0,027

ANEXO C

CARACTERIZAÇÃO DA TENSÃO TANGENCIAL PARA O MODELO 2

Tabela C1 - Resultados dos coeficientes de desgaste para o modelo 2 e análise do $w_{c,méd}$ e $w_{c,ópt}$, para o conjunto A, provetes A484-A498

Tensão Tangencial (Valores experimentais) (MPa)															
σ_n (MPa)	A484	A485	A486	A487	A488	A489	A490	A491	A492	A493	A494	A495	A496	A497	A498
0,4	0,458	0,280	0,541	0,520	0,351	0,345	0,346	0,374	0,418	0,325	0,354	0,513	0,351	0,300	0,396
0,8	0,725	0,590	0,711	0,574	0,561	0,524	0,601	0,517	0,937	0,526	0,545	0,773	0,428	0,510	0,712
1,6	1,240	1,127	1,302	1,316	1,049	0,893	1,133	0,973	1,406	1,107	1,165	1,684	0,848	0,910	1,132
3,2	2,026	2,121	2,400	2,284	1,955	2,118	2,144	1,705	2,196	2,339	1,868	3,299	1,649	1,636	2,027
Coeficientes de desgaste ($w_{c,i}$)															
σ_n (MPa)	A484	A485	A486	A487	A488	A489	A490	A491	A492	A493	A494	A495	A496	A497	A498
0,8	0,208	-0,055	0,343	0,449	0,200	0,242	0,131	0,309	-0,120	0,191	0,230	0,247	0,390	0,151	0,101
1,6	0,175	-0,023	0,260	0,221	0,153	0,283	0,107	0,211	0,043	0,113	0,059	0,114	0,269	0,138	0,169
3,2	0,179	0,023	0,161	0,167	0,106	0,056	0,078	0,161	0,148	0,024	0,137	0,062	0,140	0,117	0,135
$w_{c,méd}$	0,187	-0,019	0,255	0,279	0,153	0,194	0,105	0,227	0,024	0,109	0,142	0,141	0,266	0,135	0,135
$w_{c,ópt}$	0,179	0,015	0,187	0,188	0,117	0,099	0,084	0,176	0,122	0,040	0,126	0,075	0,173	0,122	0,140
Tensão Tangencial (Valores calculados: $w_{c,méd}$) (MPa)															
σ_n (MPa)	A484	A485	A486	A487	A488	A489	A490	A491	A492	A493	A494	A495	A496	A497	A498
0,4	0,458	0,280	0,541	0,520	0,351	0,345	0,346	0,374	0,418	0,325	0,354	0,513	0,351	0,300	0,396
0,8	0,744	0,569	0,807	0,750	0,594	0,557	0,619	0,578	0,817	0,579	0,608	0,882	0,515	0,519	0,685
1,6	1,209	1,160	1,203	1,082	1,006	0,898	1,109	0,894	1,595	1,032	1,043	1,516	0,755	0,898	1,185
3,2	1,965	2,363	1,793	1,559	1,704	1,449	1,985	1,382	3,115	1,838	1,790	2,604	1,108	1,553	2,050
SQD	0,005	0,060	0,388	0,611	0,066	0,449	0,026	0,115	0,895	0,259	0,025	0,523	0,309	0,007	0,004
Tensão Tangencial (Valores calculados: $w_{c,ópt}$) (MPa)															
σ_n (MPa)	A484	A485	A486	A487	A488	A489	A490	A491	A492	A493	A494	A495	A496	A497	A498
0,4	0,458	0,280	0,541	0,520	0,351	0,345	0,346	0,374	0,418	0,325	0,354	0,513	0,351	0,300	0,396
0,8	0,751	0,551	0,880	0,845	0,619	0,622	0,634	0,616	0,734	0,624	0,619	0,950	0,580	0,528	0,681
1,6	1,234	1,085	1,431	1,372	1,094	1,122	1,162	1,016	1,289	1,198	1,082	1,759	0,959	0,927	1,172
3,2	2,025	2,139	2,326	2,227	1,932	2,023	2,131	1,675	2,263	2,299	1,891	3,255	1,586	1,627	2,015
SQD	0,001	0,004	0,050	0,080	0,006	0,071	0,002	0,013	0,059	0,019	0,013	0,039	0,039	0,001	0,003

Tabela C2 - Resultados dos coeficientes de desgaste para o modelo 2 e análise do $w_{c,méd}$ e $w_{c,ópt}$, para o conjunto A, provetes A499-A509

Tensão Tangencial (MPa)											
σ_n (MPa)	A499	A500	A501	A502	A503	A504	A505	A506	A507	A508	A509
0,4	0,278	0,256	0,572	0,330	0,442	0,428	0,297	0,356	0,464	0,472	0,301
0,8	0,535	0,434	0,641	0,535	0,622	0,765	0,477	0,503	0,759	0,726	0,562
1,6	0,903	0,775	1,116	0,927	1,096	1,236	0,882	1,090	1,357	1,305	0,896
3,2	1,584	1,461	1,992	2,395	2,044	2,739	1,709	2,028	2,404	2,512	1,575
Coeficientes de desgaste ($w_{c,i}$)											
σ_n (MPa)	A499	A500	A501	A502	A503	A504	A505	A506	A507	A508	A509
0,8	0,038	0,153	0,440	0,190	0,297	0,105	0,198	0,293	0,181	0,231	0,067
1,6	0,092	0,150	0,345	0,264	0,249	0,215	0,167	0,139	0,153	0,203	0,142
3,2	0,110	0,100	0,215	0,003	0,151	0,053	0,094	0,099	0,131	0,114	0,132
$w_{c,méd}$	0,080	0,134	0,334	0,152	0,232	0,124	0,153	0,177	0,155	0,183	0,114
$w_{c,ópt}$	0,105	0,110	0,255	0,046	0,175	0,080	0,110	0,111	0,136	0,133	0,132
Tensão Tangencial (Valores calculados: $w_{c,méd}$) (MPa)											
σ_n (MPa)	A499	A500	A501	A502	A503	A504	A505	A506	A507	A508	A509
0,4	0,278	0,256	0,572	0,330	0,442	0,428	0,297	0,356	0,464	0,472	0,301
0,8	0,511	0,443	0,762	0,560	0,679	0,749	0,504	0,586	0,783	0,772	0,534
1,6	0,941	0,768	1,016	0,949	1,042	1,312	0,853	0,964	1,324	1,261	0,946
3,2	1,731	1,329	1,355	1,609	1,600	2,297	1,445	1,588	2,238	2,062	1,676
SQD	0,024	0,017	0,431	0,619	0,203	0,202	0,071	0,217	0,029	0,207	0,014
Tensão Tangencial (Valores calculados: $w_{c,ópt}$) (MPa)											
σ_n (MPa)	A499	A500	A501	A502	A503	A504	A505	A506	A507	A508	A509
0,4	0,278	0,256	0,572	0,330	0,442	0,428	0,297	0,356	0,464	0,472	0,301
0,8	0,497	0,456	0,852	0,630	0,730	0,787	0,530	0,633	0,801	0,818	0,523
1,6	0,890	0,811	1,270	1,201	1,204	1,447	0,944	1,126	1,383	1,418	0,907
3,2	1,592	1,445	1,892	2,291	1,987	2,661	1,680	2,002	2,389	2,458	1,575
SQD	0,002	0,002	0,078	0,095	0,027	0,051	0,007	0,019	0,003	0,024	0,002

Tabela C3 - Resultados dos coeficientes de desgaste para o modelo 2 e análise do $w_{c,méd}$ e $w_{c,ópt}$, para o conjunto B1, provetes B514-B537

Tensão Tangencial (Valores experimentais) (MPa)															
σ_n (MPa)	B514	B515	B516	B518	B519	B520	B523	B524	B526	B529	B530	B532	B535	B536	B537
0,4	0,253	0,197	0,249	0,435	0,399	0,282	0,542	0,389	0,411	0,161	0,401	0,286	0,435	0,356	0,261
0,8	0,409	0,496	0,496	0,695	0,598	0,463	0,739	0,603	0,753	0,329	0,571	0,495	0,704	0,555	0,461
1,6	0,829	0,793	0,891	0,989	1,182	0,959	0,893	1,096	1,089	0,672	0,856	1,182	1,448	0,885	0,911
3,2	1,735	1,546	1,615	2,331	2,058	1,782	2,631	1,684	2,158	1,310	2,276	2,099	2,695	1,944	1,720
Coeficientes de desgaste ($w_{c,i}$)															
σ_n (MPa)	B514	B515	B516	B518	B519	B520	B523	B524	B526	B529	B530	B532	B535	B536	B537
0,8	0,192	-0,258	0,002	0,201	0,251	0,180	0,318	0,224	0,085	-0,024	0,289	0,134	0,191	0,221	0,118
1,6	0,133	-0,010	0,042	0,339	0,141	0,080	0,497	0,138	0,233	-0,037	0,388	-0,060	0,092	0,284	0,069
3,2	0,038	0,011	0,071	0,094	0,133	0,074	0,096	0,191	0,118	-0,003	0,066	0,036	0,078	0,095	0,061
$w_{c,méd}$	0,121	-0,086	0,038	0,211	0,175	0,111	0,303	0,184	0,145	-0,021	0,247	0,037	0,120	0,200	0,083
$w_{c,ópt}$	0,056	0,004	0,065	0,141	0,138	0,077	0,181	0,182	0,138	-0,008	0,129	0,024	0,083	0,132	0,064
Tensão Tangencial (Valores calculados: $w_{c,méd}$) (MPa)															
σ_n (MPa)	B514	B515	B516	B518	B519	B520	B523	B524	B526	B529	B530	B532	B535	B536	B537
0,4	0,253	0,197	0,249	0,435	0,399	0,282	0,542	0,389	0,411	0,161	0,401	0,286	0,435	0,356	0,261
0,8	0,445	0,428	0,478	0,687	0,659	0,502	0,754	0,634	0,703	0,328	0,604	0,551	0,765	0,570	0,479
1,6	0,782	0,929	0,920	1,083	1,087	0,892	1,051	1,034	1,202	0,671	0,909	1,061	1,346	0,912	0,879
3,2	1,376	2,016	1,769	1,709	1,792	1,586	1,464	1,688	2,054	1,370	1,368	2,044	2,369	1,459	1,612
SQD	0,133	0,244	0,025	0,396	0,083	0,044	1,386	0,005	0,026	0,004	0,828	0,021	0,121	0,235	0,013
Tensão Tangencial (Valores calculados: $w_{c,ópt}$) (MPa)															
σ_n (MPa)	B514	B515	B516	B518	B519	B520	B523	B524	B526	B529	B530	B532	B535	B536	B537
0,4	0,253	0,197	0,249	0,435	0,399	0,282	0,542	0,389	0,411	0,161	0,401	0,286	0,435	0,356	0,261
0,8	0,478	0,392	0,465	0,748	0,688	0,521	0,888	0,636	0,710	0,324	0,699	0,558	0,797	0,619	0,489
1,6	0,902	0,782	0,870	1,286	1,187	0,962	1,455	1,041	1,224	0,653	1,218	1,089	1,462	1,074	0,916
3,2	1,703	1,559	1,626	2,210	2,046	1,775	2,384	1,703	2,111	1,316	2,123	2,125	2,681	1,864	1,716
SQD	0,011	0,011	0,002	0,105	0,008	0,003	0,399	0,005	0,022	0,000	0,171	0,013	0,009	0,046	0,001

Tabela C4 - Resultados dos coeficientes de desgaste para o modelo 2 e análise do $w_{c,méd}$ e $w_{c,ópt}$, para o conjunto B2, provetes B517-544

Tensão Tangencial (Valores experimentais) (MPa)													
σ_n (MPa)	B517	B521	B522	B527	B531	B534	B538	B539	B540	B541	B542	B543	B544
0,4	0,238	0,410	0,649	0,460	0,378	0,537	0,193	0,422	0,362	0,475	0,513	0,272	0,522
0,8	0,577	0,759	0,937	0,514	0,635	0,861	0,538	0,785	0,595	0,801	0,822	0,544	0,752
1,6	1,014	1,355	1,638	1,292	1,268	1,600	1,015	1,478	1,153	1,402	1,457	1,039	1,320
3,2	1,908	2,356	2,958	2,227	2,525	2,691	1,710	2,811	2,025	2,362	2,841	1,983	2,451
Coeficientes de desgaste ($w_{c,i}$)													
σ_n (MPa)	B517	B521	B522	B527	B531	B534	B538	B539	B540	B541	B542	B543	B544
0,8	-0,212	0,074	0,278	0,441	0,159	0,198	-0,395	0,071	0,179	0,157	0,199	0,002	0,280
1,6	-0,059	0,079	0,233	0,166	0,106	0,130	-0,256	0,069	0,103	0,136	0,192	0,017	0,239
3,2	0,008	0,108	0,159	0,145	0,051	0,145	-0,010	0,058	0,112	0,148	0,103	0,033	0,148
$w_{c,méd}$	-0,088	0,087	0,223	0,251	0,105	0,158	-0,220	0,066	0,132	0,147	0,165	0,017	0,222
$w_{c,ópt}$	-0,005	0,103	0,177	0,159	0,062	0,144	-0,048	0,060	0,113	0,146	0,121	0,030	0,170
Tensão Tangencial (Valores calculados: $w_{c,méd}$) (MPa)													
σ_n (MPa)	B517	B521	B522	B527	B531	B534	B538	B539	B540	B541	B542	B543	B544
0,4	0,238	0,410	0,649	0,460	0,378	0,537	0,193	0,422	0,362	0,475	0,513	0,272	0,522
0,8	0,518	0,749	1,008	0,689	0,676	0,905	0,471	0,789	0,629	0,811	0,857	0,536	0,812
1,6	1,127	1,366	1,566	1,033	1,210	1,524	1,149	1,473	1,093	1,383	1,432	1,052	1,263
3,2	2,452	2,494	2,432	1,549	2,165	2,566	2,803	2,753	1,898	2,361	2,393	2,068	1,964
SQD	0,312	0,019	0,287	0,558	0,135	0,023	1,219	0,003	0,021	0,000	0,203	0,008	0,243
Tensão Tangencial (Valores calculados: $w_{c,ópt}$) (MPa)													
σ_n (MPa)	B517	B521	B522	B527	B531	B534	B538	B539	B540	B541	B542	B543	B544
0,4	0,238	0,410	0,649	0,460	0,378	0,537	0,193	0,422	0,362	0,475	0,513	0,272	0,522
0,8	0,479	0,736	1,068	0,774	0,709	0,919	0,404	0,794	0,643	0,811	0,901	0,529	0,867
1,6	0,962	1,321	1,758	1,303	1,330	1,574	0,846	1,492	1,141	1,386	1,584	1,025	1,439
3,2	1,933	2,371	2,893	2,193	2,496	2,695	1,773	2,805	2,025	2,367	2,784	1,989	2,389
SQD	0,013	0,002	0,036	0,069	0,010	0,004	0,050	0,000	0,002	0,000	0,026	0,000	0,031

Tabela C5 - Resultados dos coeficientes de desgaste para o modelo 2 e análise do $w_{c,méd}$ e $w_{c,ópt}$, para o conjunto C, provetes C573-587

Tensão Tangencial (Valores experimentais) (MPa)															
σ_n (MPa)	C573	C574	C575	C576	C577	C578	C579	C580	C581	C582	C583	C584	C585	C586	C587
0,4	0,260	0,274	0,284	0,213	0,205	0,246	0,223	0,191	0,336	0,311	0,389	0,691	0,409	0,405	0,300
0,8	0,566	0,568	0,427	0,374	0,359	0,426	0,320	0,329	0,508	0,475	0,660	1,074	0,706	0,566	0,546
1,6	0,996	1,140	0,795	0,688	0,691	0,904	0,766	0,642	0,963	0,911	1,128	1,735	1,229	1,134	1,056
3,2	1,789	2,347	1,487	1,326	1,371	1,574	1,360	1,333	1,747	1,822	2,120	3,116	2,314	2,203	1,988
Coeficientes de desgaste ($w_{c,i}$)															
σ_n (MPa)	C573	C574	C575	C576	C577	C578	C579	C580	C581	C582	C583	C584	C585	C586	C587
0,8	-0,089	-0,037	0,247	0,121	0,124	0,134	0,282	0,139	0,244	0,236	0,151	0,223	0,137	0,302	0,091
1,6	-0,004	-0,017	0,188	0,119	0,101	0,014	0,058	0,117	0,170	0,181	0,172	0,235	0,154	0,197	0,063
3,2	0,057	-0,023	0,121	0,074	0,051	0,078	0,086	0,035	0,127	0,085	0,112	0,163	0,103	0,106	0,061
$w_{c,méd}$	-0,012	-0,026	0,186	0,105	0,092	0,075	0,142	0,097	0,180	0,167	0,145	0,207	0,131	0,202	0,072
$w_{c,ópt}$	0,044	-0,023	0,137	0,083	0,061	0,069	0,086	0,050	0,138	0,105	0,123	0,179	0,112	0,128	0,062
Tensão Tangencial (Valores calculados: $w_{c,méd}$) (MPa)															
σ_n (MPa)	C573	C574	C575	C576	C577	C578	C579	C580	C581	C582	C583	C584	C585	C586	C587
0,4	0,260	0,274	0,284	0,213	0,205	0,246	0,223	0,191	0,336	0,311	0,389	0,691	0,409	0,405	0,300
0,8	0,526	0,562	0,462	0,381	0,372	0,455	0,382	0,345	0,552	0,517	0,664	1,096	0,711	0,647	0,558
1,6	1,064	1,153	0,753	0,683	0,675	0,842	0,656	0,624	0,904	0,862	1,136	1,737	1,235	1,032	1,036
3,2	2,154	2,365	1,227	1,223	1,226	1,557	1,126	1,127	1,483	1,436	1,944	2,754	2,146	1,648	1,923
SQD	0,139	0,001	0,071	0,011	0,021	0,005	0,071	0,043	0,075	0,153	0,031	0,131	0,028	0,326	0,005
Tensão Tangencial (Valores calculados: $w_{c,ópt}$) (MPa)															
σ_n (MPa)	C573	C574	C575	C576	C577	C578	C579	C580	C581	C582	C583	C584	C585	C586	C587
0,4	0,260	0,274	0,284	0,213	0,205	0,246	0,223	0,191	0,336	0,311	0,389	0,691	0,409	0,405	0,300
0,8	0,496	0,560	0,490	0,391	0,385	0,458	0,407	0,363	0,580	0,556	0,681	1,135	0,726	0,707	0,564
1,6	0,948	1,147	0,846	0,717	0,723	0,854	0,744	0,691	1,000	0,995	1,194	1,862	1,289	1,233	1,058
3,2	1,812	2,345	1,461	1,315	1,357	1,589	1,360	1,313	1,725	1,782	2,093	3,057	2,289	2,150	1,985
SQD	0,008	0,000	0,007	0,001	0,002	0,004	0,008	0,004	0,007	0,015	0,005	0,023	0,005	0,032	0,000

Tabela C6 - Resultados dos coeficientes de desgaste para o modelo 2 e análise do $w_{c,méd}$ e $w_{c,ópt}$, para o conjunto C, provetes C588-C594

Tensão Tangencial (Valores experimentais) (MPa)							
σ_n (MPa)	C588	C589	C590	C591	C592	C593	C594
0,4	0,312	0,266	0,200	0,198	0,202	0,263	0,210
0,8	0,512	0,560	0,403	0,361	0,239	0,366	0,285
1,6	0,980	1,054	0,757	0,696	0,831	0,906	0,574
3,2	1,894	2,056	1,545	1,503	1,591	1,708	1,449
Coeficientes de desgaste ($w_{c,i}$)							
σ_n (MPa)	C588	C589	C590	C591	C592	C593	C594
0,8	0,179	-0,051	-0,009	0,088	0,409	0,303	0,320
1,6	0,136	0,000	0,040	0,102	-0,034	0,073	0,270
3,2	0,081	0,014	0,008	0,007	0,004	0,062	0,017
$w_{c,méd}$	0,132	-0,012	0,013	0,066	0,127	0,146	0,202
$w_{c,ópt}$	0,092	0,011	0,013	0,023	0,006	0,069	0,063
Tensão Tangencial (Valores calculados: $w_{c,méd}$) (MPa)							
σ_n (MPa)	C588	C589	C590	C591	C592	C593	C594
0,4	0,312	0,266	0,200	0,198	0,202	0,263	0,210
0,8	0,542	0,539	0,394	0,370	0,353	0,449	0,335
1,6	0,941	1,092	0,778	0,692	0,617	0,766	0,534
3,2	1,634	2,212	1,535	1,292	1,078	1,308	0,852
SQD	0,070	0,026	0,001	0,044	0,322	0,186	0,361
Tensão Tangencial (Valores calculados: $w_{c,ópt}$) (MPa)							
σ_n (MPa)	C588	C589	C590	C591	C592	C593	C594
0,4	0,312	0,266	0,200	0,198	0,202	0,263	0,210
0,8	0,567	0,527	0,394	0,387	0,402	0,489	0,393
1,6	1,030	1,043	0,779	0,757	0,799	0,910	0,737
3,2	1,870	2,062	1,538	1,479	1,588	1,695	1,381
SQD	0,006	0,001	0,001	0,005	0,028	0,015	0,043

Tabela C7 - Resultados dos coeficientes de desgaste para o modelo 2 e análise do $w_{c,méd}$ e $w_{c,ópt}$, para o conjunto D, provetes D300-390

Tensão Tangencial (Valores experimentais) (MPa)															
σ_n (MPa)	D300	D301	D302	D303	D304	D305	D306	D307	D308	D309	D335	D336	D337	D389	D390
0,4	0,394	0,520	0,513	0,488	0,487	0,425	0,583	0,406	0,308	0,377	0,460	0,522	0,417	0,405	0,450
0,8	0,702	0,796	0,834	0,771	0,847	0,988	1,163	0,598	0,585	0,597	0,815	0,805	0,877	0,679	0,664
1,6	1,272	1,346	1,588	1,306	1,331	1,821	2,072	1,240	0,911	1,073	1,481	1,531	1,415	1,387	1,259
3,2	2,384	2,624	3,118	2,273	3,240	3,377	3,964	2,085	1,785	2,059	2,781	2,683	2,757	2,475	2,460
Coeficientes de desgaste ($w_{c,i}$)															
σ_n (MPa)	D300	D301	D302	D303	D304	D305	D306	D307	D308	D309	D335	D336	D337	D389	D390
0,8	0,109	0,234	0,187	0,210	0,130	-0,162	0,002	0,264	0,051	0,209	0,114	0,229	-0,052	0,161	0,261
1,6	0,113	0,238	0,147	0,196	0,263	-0,068	0,062	0,114	0,173	0,187	0,115	0,148	0,095	0,064	0,199
3,2	0,086	0,126	0,078	0,159	0,034	0,012	0,052	0,137	0,094	0,109	0,085	0,133	0,060	0,087	0,105
$w_{c,méd}$	0,103	0,200	0,138	0,189	0,142	-0,073	0,039	0,172	0,106	0,168	0,105	0,170	0,034	0,104	0,188
$w_{c,ópt}$	0,091	0,150	0,092	0,168	0,072	-0,002	0,053	0,137	0,106	0,125	0,091	0,139	0,063	0,085	0,126
Tensão Tangencial (Valores calculados: $w_{c,méd}$) (MPa)															
σ_n (MPa)	D300	D301	D302	D303	D304	D305	D306	D307	D308	D309	D335	D336	D337	D389	D390
0,4	0,394	0,520	0,513	0,488	0,487	0,425	0,583	0,406	0,308	0,377	0,460	0,522	0,417	0,405	0,450
0,8	0,708	0,832	0,885	0,792	0,835	0,912	1,120	0,672	0,551	0,627	0,824	0,866	0,805	0,725	0,730
1,6	1,270	1,332	1,526	1,286	1,432	1,957	2,154	1,113	0,985	1,044	1,475	1,437	1,555	1,300	1,184
3,2	2,279	2,133	2,633	2,087	2,457	4,199	4,142	1,844	1,761	1,736	2,640	2,385	3,004	2,330	1,922
SQD	0,011	0,243	0,242	0,036	0,624	0,701	0,040	0,080	0,007	0,106	0,020	0,101	0,086	0,031	0,299
Tensão Tangencial (Valores calculados: $w_{c,ópt}$) (MPa)															
σ_n (MPa)	D300	D301	D302	D303	D304	D305	D306	D307	D308	D309	D335	D336	D337	D389	D390
0,4	0,394	0,520	0,513	0,488	0,487	0,425	0,583	0,406	0,308	0,377	0,460	0,522	0,417	0,405	0,450
0,8	0,717	0,883	0,931	0,812	0,903	0,852	1,104	0,700	0,551	0,660	0,837	0,899	0,782	0,741	0,786
1,6	1,304	1,502	1,691	1,352	1,676	1,709	2,092	1,209	0,985	1,155	1,521	1,548	1,466	1,355	1,374
3,2	2,371	2,553	3,070	2,249	3,111	3,426	3,963	2,086	1,761	2,021	2,765	2,666	2,748	2,480	2,403
SQD	0,001	0,037	0,022	0,004	0,139	0,033	0,004	0,012	0,007	0,012	0,002	0,009	0,012	0,005	0,031

Tabela C8 - Resultados dos coeficientes de desgaste para o modelo 2 e análise do $w_{c,méd}$ e $w_{c,ópt}$, para o conjunto D, provetes D391-D395

Tensão Tangencial (Valores experimentais) (MPa)					
σ_n (MPa)	D391	D392	D393	D394	D395
0,4	0,374	0,362	0,589	0,280	0,372
0,8	0,643	0,766	1,004	0,483	0,698
1,6	0,981	1,567	1,683	1,015	1,325
3,2	2,155	2,981	3,206	1,830	2,504
Coeficientes de desgaste ($w_{c,i}$)					
σ_n (MPa)	D391	D392	D393	D394	D395
0,8	0,139	-0,059	0,148	0,139	0,062
1,6	0,259	-0,069	0,184	0,033	0,056
3,2	0,082	-0,003	0,112	0,068	0,056
$w_{c,méd}$	0,160	-0,044	0,148	0,080	0,058
$w_{c,ópt}$	0,114	-0,013	0,125	0,064	0,056
Tensão Tangencial (Valores calculados: $w_{c,méd}$) (MPa)					
σ_n (MPa)	D391	D392	D393	D394	D395
0,4	0,374	0,362	0,589	0,280	0,372
0,8	0,628	0,755	1,004	0,516	0,701
1,6	1,054	1,576	1,712	0,950	1,320
3,2	1,770	3,290	2,917	1,748	2,487
SQD	0,154	0,096	0,085	0,012	0,000
Tensão Tangencial (Valores calculados: $w_{c,ópt}$) (MPa)					
σ_n (MPa)	D391	D392	D393	D394	D395
0,4	0,374	0,362	0,589	0,280	0,372
0,8	0,663	0,733	1,031	0,525	0,702
1,6	1,174	1,486	1,804	0,982	1,326
3,2	2,081	3,010	3,157	1,838	2,504
SQD	0,043	0,009	0,018	0,003	0,000

Tabela C9 - Resultados dos coeficientes de desgaste para o modelo 2 e análise do $w_{c,méd}$ e $w_{c,ópt}$, para o conjunto E, provetes E595-622

Tensão Tangencial (Valores experimentais) (MPa)														
σ_n (MPa)	E595	E596	E597	E598	E599	E600	E601	E602	E603	E604	E605	E607	E608	E622
0,4	0,413	0,494	0,427	0,354	0,324	0,543	0,374	0,498	0,503	0,493	0,530	0,602	0,415	0,434
0,8	0,756	0,608	0,663	0,688	0,579	0,795	0,774	0,748	0,899	0,773	0,936	0,921	0,709	0,631
1,6	1,402	0,806	1,256	1,289	1,006	1,383	1,444	1,417	1,591	1,432	1,704	1,584	1,088	1,143
3,2	2,462	1,103	2,342	2,394	1,993	2,013	2,711	2,861	2,989	2,632	3,060	2,850	1,635	2,133
Coeficientes de desgaste ($w_{c,i}$)														
σ_n (MPa)	E595	E596	E597	E598	E599	E600	E601	E602	E603	E604	E605	E607	E608	E622
0,8	0,084	0,385	0,224	0,027	0,106	0,269	-0,034	0,249	0,106	0,216	0,116	0,235	0,145	0,273
1,6	0,066	0,372	0,162	0,038	0,149	0,181	0,006	0,199	0,124	0,165	0,103	0,212	0,173	0,220
3,2	0,097	0,338	0,110	0,056	0,075	0,232	0,037	0,089	0,090	0,119	0,102	0,151	0,218	0,137
$w_{c,méd}$	0,082	0,365	0,165	0,041	0,110	0,227	0,003	0,179	0,107	0,167	0,107	0,199	0,179	0,210
$w_{c,ópt}$	0,092	0,351	0,122	0,053	0,088	0,223	0,031	0,112	0,096	0,130	0,103	0,165	0,206	0,156
Tensão Tangencial (Valores calculados: $w_{c,méd}$) (MPa)														
σ_n (MPa)	E595	E596	E597	E598	E599	E600	E601	E602	E603	E604	E605	E607	E608	E622
0,4	0,413	0,494	0,427	0,354	0,324	0,543	0,374	0,498	0,503	0,493	0,530	0,602	0,415	0,434
0,8	0,758	0,628	0,713	0,679	0,577	0,840	0,747	0,818	0,898	0,822	0,945	0,964	0,681	0,686
1,6	1,391	0,797	1,190	1,302	1,026	1,298	1,489	1,343	1,604	1,369	1,688	1,544	1,118	1,083
3,2	2,553	1,013	1,986	2,499	1,826	2,006	2,970	2,204	2,866	2,281	3,014	2,472	1,836	1,712
SQD	0,008	0,009	0,133	0,011	0,028	0,009	0,070	0,441	0,015	0,129	0,002	0,146	0,042	0,184
Tensão Tangencial (Valores calculados: $w_{c,ópt}$) (MPa)														
σ_n (MPa)	E595	E596	E597	E598	E599	E600	E601	E602	E603	E604	E605	E607	E608	E622
0,4	0,413	0,494	0,427	0,354	0,324	0,543	0,374	0,498	0,503	0,493	0,530	0,602	0,415	0,434
0,8	0,750	0,642	0,750	0,670	0,591	0,844	0,726	0,885	0,909	0,858	0,950	1,005	0,658	0,732
1,6	1,363	0,833	1,316	1,269	1,078	1,311	1,407	1,571	1,642	1,493	1,705	1,678	1,045	1,236
3,2	2,477	1,082	2,310	2,403	1,965	2,037	2,728	2,788	2,969	2,599	3,058	2,802	1,660	2,085
SQD	0,002	0,002	0,012	0,001	0,006	0,008	0,004	0,047	0,003	0,012	0,000	0,018	0,005	0,021

Tabela C10 - Resultados dos coeficientes de desgaste para o modelo 2 e análise do $w_{c,méd}$ e $w_{c,ópt}$, para o conjunto E, provetes E623-E625

Tensão Tangencial (Valores experimentais) (MPa)			
σ_n (MPa)	E623	E624	E625
0,4	0,543	0,344	0,403
0,8	0,820	0,575	0,598
1,6	1,471	1,024	1,175
3,2	2,528	2,457	2,410
Coeficientes de desgaste ($w_{c,i}$)			
σ_n (MPa)	E623	E624	E625
0,8	0,244	0,165	0,257
1,6	0,186	0,219	0,190
3,2	0,160	0,014	0,077
$w_{c,méd}$	0,197	0,133	0,175
$w_{c,ópt}$	0,168	0,049	0,100
Tensão Tangencial (Valores calculados: $w_{c,méd}$) (MPa)			
σ_n (MPa)	E623	E624	E625
0,4	0,543	0,344	0,403
0,8	0,872	0,597	0,665
1,6	1,401	1,036	1,098
3,2	2,250	1,797	1,812
SQD	0,085	0,436	0,368
Tensão Tangencial (Valores calculados: $w_{c,ópt}$) (MPa)			
σ_n (MPa)	E623	E624	E625
0,4	0,543	0,344	0,403
0,8	0,904	0,655	0,725
1,6	1,504	1,246	1,305
3,2	2,504	2,371	2,349
SQD	0,009	0,063	0,037

Tabela C11 - Resultados dos coeficientes de desgaste para o modelo 2 e análise do $w_{c,méd}$ e $w_{c,ópt}$, para o conjunto F1, provetes F21-F35

Tensão Tangencial (Valores experimentais) (MPa)															
σ_n (MPa)	F21	F22	F23	F24	F25	F26	F27	F28	F29	F30	F31	F32	F33	F34	F35
0,4	0,394	0,276	0,295	0,390	0,500	0,543	0,486	0,298	0,646	0,474	0,407	0,384	0,350	0,510	0,324
0,8	0,685	0,538	0,722	0,815	1,129	1,034	0,743	0,469	0,871	0,783	0,783	0,689	0,740	0,884	0,628
1,6	1,216	0,785	1,106	1,417	1,869	1,751	1,327	1,068	1,721	1,723	1,347	1,270	1,342	1,480	1,154
3,2	2,283	1,637	2,445	2,814	2,811	3,182	2,584	2,178	3,113	3,240	2,545	2,442	2,712	2,911	2,285
Coeficientes de desgaste ($w_{c,i}$)															
σ_n (MPa)	F21	F22	F23	F24	F25	F26	F27	F28	F29	F30	F31	F32	F33	F34	F35
0,8	0,131	0,027	-0,224	-0,046	-0,130	0,048	0,236	0,214	0,326	0,173	0,038	0,102	-0,057	0,133	0,031
1,6	0,139	0,209	0,071	0,058	-0,038	0,106	0,212	0,074	0,206	0,042	0,101	0,105	0,031	0,183	0,069
3,2	0,097	0,082	-0,018	0,032	0,134	0,099	0,113	0,022	0,144	0,050	0,077	0,069	0,010	0,096	0,038
$w_{c,méd}$	0,122	0,106	-0,057	0,015	-0,011	0,084	0,187	0,103	0,225	0,088	0,072	0,092	-0,005	0,137	0,046
$w_{c,ópt}$	0,105	0,102	-0,009	0,034	0,099	0,099	0,134	0,034	0,161	0,051	0,080	0,076	0,011	0,112	0,042
Tensão Tangencial (Valores calculados: $w_{c,méd}$) (MPa)															
σ_n (MPa)	F21	F22	F23	F24	F25	F26	F27	F28	F29	F30	F31	F32	F33	F34	F35
0,4	0,394	0,276	0,295	0,390	0,500	0,543	0,486	0,298	0,646	0,474	0,407	0,384	0,350	0,510	0,324
0,8	0,692	0,494	0,623	0,768	1,011	0,995	0,790	0,535	1,001	0,864	0,756	0,697	0,704	0,880	0,618
1,6	1,215	0,883	1,318	1,512	2,044	1,822	1,285	0,960	1,551	1,575	1,402	1,266	1,416	1,518	1,179
3,2	2,132	1,580	2,785	2,980	4,133	3,337	2,089	1,721	2,403	2,872	2,603	2,299	2,847	2,619	2,249
SQD	0,023	0,015	0,170	0,039	1,791	0,031	0,249	0,226	0,551	0,164	0,007	0,021	0,025	0,087	0,002
Tensão Tangencial (Valores calculados: $w_{c,ópt}$) (MPa)															
σ_n (MPa)	F21	F22	F23	F24	F25	F26	F27	F28	F29	F30	F31	F32	F33	F34	F35
0,4	0,394	0,276	0,295	0,390	0,500	0,543	0,486	0,298	0,646	0,474	0,407	0,384	0,350	0,510	0,324
0,8	0,706	0,496	0,595	0,752	0,901	0,979	0,842	0,577	1,084	0,899	0,749	0,709	0,692	0,906	0,620
1,6	1,264	0,892	1,201	1,453	1,623	1,765	1,457	1,114	1,818	1,705	1,379	1,311	1,369	1,610	1,188
3,2	2,263	1,602	2,424	2,807	2,926	3,182	2,523	2,153	3,050	3,235	2,537	2,425	2,707	2,860	2,275
SQD	0,003	0,014	0,026	0,005	0,126	0,003	0,031	0,014	0,059	0,014	0,002	0,002	0,003	0,020	0,001

Tabela C12 - Resultados dos coeficientes de desgaste para o modelo 2 e análise do $w_{c,méd}$ e $w_{c,ópt}$, para o conjunto F1, provetes F36-206

Tensão Tangencial (Valores experimentais) (MPa)										
σ_n (MPa)	F36	F37	F38	F39	F116	F117	F118	F204	F205	F206
0,4	0,457	0,356	0,317	0,380	0,368	0,343	0,389	0,586	0,440	0,462
0,8	0,670	0,712	0,612	0,678	0,559	0,576	0,671	0,985	0,801	0,828
1,6	1,454	1,453	1,179	1,344	1,060	1,013	1,196	1,814	1,495	1,453
3,2	2,816	2,928	2,348	2,774	1,947	1,780	1,716	3,138	2,738	2,595
Coeficientes de desgaste ($w_{c,i}$)										
σ_n (MPa)	F36	F37	F38	F39	F116	F117	F118	F204	F205	F206
0,8	0,267	0,000	0,034	0,109	0,241	0,160	0,137	0,159	0,091	0,105
1,6	0,128	-0,010	0,044	0,086	0,170	0,146	0,072	0,115	0,077	0,116
3,2	0,074	-0,009	0,023	0,023	0,121	0,132	0,197	0,126	0,081	0,111
$w_{c,méd}$	0,156	-0,007	0,034	0,072	0,177	0,146	0,135	0,133	0,083	0,110
$w_{c,ópt}$	0,088	-0,009	0,026	0,034	0,133	0,135	0,171	0,125	0,080	0,112
Tensão Tangencial (Valores calculados: $w_{c,méd}$) (MPa)										
σ_n (MPa)	F36	F37	F38	F39	F116	F117	F118	F204	F205	F206
0,4	0,457	0,356	0,317	0,380	0,368	0,343	0,389	0,586	0,440	0,462
0,8	0,771	0,717	0,612	0,706	0,606	0,585	0,673	1,015	0,808	0,823
1,6	1,301	1,443	1,183	1,309	0,997	1,000	1,163	1,759	1,482	1,463
3,2	2,196	2,906	2,287	2,429	1,640	1,709	2,011	3,050	2,718	2,604
SQD	0,419	0,001	0,004	0,121	0,101	0,005	0,088	0,012	0,001	0,000
Tensão Tangencial (Valores calculados: $w_{c,ópt}$) (MPa)										
σ_n (MPa)	F36	F37	F38	F39	F116	F117	F118	F204	F205	F206
0,4	0,457	0,356	0,317	0,380	0,368	0,343	0,389	0,586	0,440	0,462
0,8	0,834	0,719	0,617	0,735	0,639	0,593	0,645	1,025	0,810	0,821
1,6	1,521	1,451	1,202	1,420	1,107	1,025	1,068	1,794	1,489	1,460
3,2	2,775	2,928	2,340	2,743	1,920	1,773	1,771	3,141	2,739	2,594
SQD	0,033	0,000	0,001	0,010	0,009	0,000	0,020	0,002	0,000	0,000

Tabela C13 - Resultados dos coeficientes de desgaste para o modelo 2 e análise do $w_{c,méd}$ e $w_{c,ópt}$, para o conjunto F2, provetes F113-F115

Tensão Tangencial (Valores experimentais) (MPa)			
σ_n (MPa)	F113	F114	F115
0,4	0,425	0,336	0,321
0,8	0,589	0,421	0,532
1,6	1,170	1,074	1,321
3,2	2,088	1,986	2,462
Coeficientes de desgaste ($w_{c,i}$)			
σ_n (MPa)	F113	F114	F115
0,8	0,307	0,374	0,171
1,6	0,186	0,113	-0,042
3,2	0,141	0,089	0,017
$w_{c,méd}$	0,211	0,192	0,049
$w_{c,ópt}$	0,154	0,100	0,012
Tensão Tangencial (Valores calculados: $w_{c,méd}$) (MPa)			
σ_n (MPa)	F113	F114	F115
0,4	0,425	0,336	0,321
0,8	0,670	0,543	0,610
1,6	1,058	0,879	1,160
3,2	1,668	1,420	2,207
SQD	0,196	0,373	0,097
Tensão Tangencial (Valores calculados: $w_{c,ópt}$) (MPa)			
σ_n (MPa)	F113	F114	F115
0,4	0,425	0,336	0,321
0,8	0,719	0,605	0,634
1,6	1,215	1,089	1,253
3,2	2,055	1,961	2,476
SQD	0,020	0,035	0,015

Tabela C14 - Resultados dos coeficientes de desgaste para o modelo 2 e análise do $w_{c,méd}$ e $w_{c,ópt}$, para o conjunto G, provetes G51-G61

Tensão Tangencial (Valores experimentais) (MPa)											
σ_n (MPa)	G51	G52	G53	G54	G55	G56	G57	G58	G59	G60	G61
0,4	0,548	0,334	0,349	0,494	0,388	0,514	0,435	0,270	0,463	0,379	0,241
0,8	0,874	0,666	0,696	0,802	0,620	0,770	0,736	0,475	0,804	0,628	0,717
1,6	1,262	1,322	1,172	1,305	1,094	1,521	1,383	0,873	1,490	1,143	1,256
3,2	2,251	2,172	2,491	2,459	1,989	2,646	2,163	1,626	2,644	2,156	2,365
Coeficientes de desgaste ($w_{c,i}$)											
σ_n (MPa)	G51	G52	G53	G54	G55	G56	G57	G58	G59	G60	G61
0,8	0,203	0,002	0,003	0,189	0,200	0,251	0,154	0,119	0,131	0,171	-0,489
1,6	0,276	-0,053	0,123	0,222	0,179	0,141	0,074	0,109	0,100	0,151	-0,208
3,2	0,187	0,081	0,028	0,135	0,130	0,133	0,156	0,087	0,107	0,100	-0,054
$w_{c,méd}$	0,222	0,010	0,051	0,182	0,170	0,175	0,128	0,105	0,113	0,141	-0,250
$w_{c,ópt}$	0,205	0,059	0,042	0,152	0,141	0,138	0,142	0,091	0,106	0,111	-0,079
Tensão Tangencial (Valores calculados: $w_{c,méd}$) (MPa)											
σ_n (MPa)	G51	G52	G53	G54	G55	G56	G57	G58	G59	G60	G61
0,4	0,548	0,334	0,349	0,494	0,388	0,514	0,435	0,270	0,463	0,379	0,241
0,8	0,853	0,660	0,662	0,809	0,644	0,848	0,759	0,483	0,822	0,651	0,602
1,6	1,328	1,307	1,256	1,323	1,069	1,399	1,323	0,864	1,458	1,118	1,506
3,2	2,066	2,588	2,382	2,165	1,775	2,307	2,307	1,546	2,589	1,921	3,767
SQD	0,039	0,174	0,020	0,087	0,047	0,135	0,025	0,007	0,004	0,056	2,043
Tensão Tangencial (Valores calculados: $w_{c,ópt}$) (MPa)											
σ_n (MPa)	G51	G52	G53	G54	G55	G56	G57	G58	G59	G60	G61
0,4	0,548	0,334	0,349	0,494	0,388	0,514	0,435	0,270	0,463	0,379	0,241
0,8	0,871	0,628	0,669	0,838	0,666	0,886	0,747	0,490	0,828	0,673	0,520
1,6	1,384	1,182	1,281	1,421	1,144	1,526	1,282	0,890	1,480	1,198	1,122
3,2	2,200	2,225	2,455	2,409	1,965	2,630	2,201	1,618	2,645	2,130	2,420
SQD	0,018	0,024	0,014	0,017	0,005	0,014	0,012	0,001	0,001	0,006	0,060

Tabela C15 - Resultados dos coeficientes de desgaste para o modelo 2 e análise do $w_{c,méd}$ e $w_{c,ópt}$, para o conjunto H, provetes H62-H76

Tensão Tangencial (Valores experimentais) (MPa)															
σ_n (MPa)	H62	H63	H64	H65	H66	H67	H68	H69	H70	H71	H72	H73	H74	H75	H76
0,4	0,322	0,367	0,355	0,396	0,580	0,338	0,469	0,393	0,383	0,410	0,339	0,353	0,392	0,358	0,461
0,8	0,711	0,626	0,665	0,764	0,985	0,478	0,688	0,630	0,667	0,713	0,435	0,562	0,838	0,650	0,773
1,6	1,275	1,103	1,025	1,207	1,706	0,889	1,089	1,205	1,196	1,268	0,767	1,144	1,567	1,110	1,181
3,2	2,299	1,783	1,932	2,364	2,928	1,524	1,984	2,185	2,058	1,825	1,652	2,192	2,660	2,193	2,361
Coeficientes de desgaste ($w_{c,i}$)															
σ_n (MPa)	H62	H63	H64	H65	H66	H67	H68	H69	H70	H71	H72	H73	H74	H75	H76
0,8	-0,104	0,146	0,062	0,035	0,152	0,294	0,267	0,198	0,129	0,131	0,357	0,205	-0,069	0,092	0,162
1,6	-0,024	0,115	0,176	0,157	0,143	0,201	0,276	0,132	0,110	0,070	0,320	0,116	-0,048	0,149	0,250
3,2	0,046	0,158	0,114	0,086	0,142	0,167	0,176	0,110	0,126	0,195	0,122	0,075	0,067	0,077	0,122
$w_{c,méd}$	-0,027	0,140	0,117	0,092	0,146	0,221	0,240	0,147	0,122	0,132	0,266	0,132	-0,017	0,106	0,178
$w_{c,ópt}$	0,033	0,150	0,123	0,096	0,143	0,178	0,199	0,116	0,124	0,169	0,167	0,085	0,047	0,089	0,146
Tensão Tangencial (Valores calculados: $w_{c,méd}$) (MPa)															
σ_n (MPa)	H62	H63	H64	H65	H66	H67	H68	H69	H70	H71	H72	H73	H74	H75	H76
0,4	0,322	0,367	0,355	0,396	0,580	0,338	0,469	0,393	0,383	0,410	0,339	0,353	0,392	0,358	0,461
0,8	0,661	0,631	0,626	0,719	0,992	0,527	0,714	0,670	0,673	0,712	0,497	0,614	0,797	0,640	0,758
1,6	1,359	1,085	1,105	1,305	1,695	0,822	1,085	1,144	1,182	1,236	0,729	1,065	1,621	1,144	1,246
3,2	2,792	1,866	1,951	2,368	2,896	1,281	1,650	1,952	2,076	2,146	1,070	1,848	3,295	2,046	2,049
SQD	0,253	0,007	0,008	0,012	0,001	0,066	0,112	0,059	0,001	0,104	0,344	0,127	0,408	0,023	0,102
Tensão Tangencial (Valores calculados: $w_{c,ópt}$) (MPa)															
σ_n (MPa)	H62	H63	H64	H65	H66	H67	H68	H69	H70	H71	H72	H73	H74	H75	H76
0,4	0,322	0,367	0,355	0,396	0,580	0,338	0,469	0,393	0,383	0,410	0,339	0,353	0,392	0,358	0,461
0,8	0,623	0,623	0,622	0,716	0,995	0,556	0,752	0,694	0,672	0,682	0,564	0,647	0,748	0,652	0,787
1,6	1,205	1,059	1,090	1,293	1,707	0,915	1,204	1,227	1,178	1,133	0,940	1,184	1,425	1,188	1,344
3,2	2,331	1,800	1,912	2,337	2,927	1,504	1,928	2,169	2,064	1,882	1,567	2,168	2,718	2,164	2,296
SQD	0,014	0,002	0,007	0,010	0,000	0,007	0,020	0,005	0,000	0,022	0,054	0,009	0,031	0,007	0,031

Tabela C16 - Resultados dos coeficientes de desgaste para o modelo 2 e análise do $w_{c,méd}$ e $w_{c,ópt}$, para o conjunto I, provetes I254-I267

Tensão Tangencial (Valores experimentais) (MPa)													
σ_n (MPa)	I255	I256	I257	I258	I259	I260	I261	I262	I263	I264	I265	I266	I267
0,4	0,354	0,233	0,304	0,363	0,347	0,191	0,377	0,434	0,363	0,192	0,347	0,381	0,367
0,8	0,638	0,359	0,642	0,573	0,514	0,397	0,592	0,624	0,646	0,345	0,634	0,632	0,727
1,6	1,115	0,976	1,138	1,188	0,754	1,001	1,163	0,959	1,035	0,768	1,323	1,046	1,175
3,2	2,431	2,125	2,580	2,342	1,456	1,954	2,636	2,118	2,500	1,503	2,299	2,149	1,978
Coeficientes de desgaste ($w_{c,i}$)													
σ_n (MPa)	I255	I256	I257	I258	I259	I260	I261	I262	I263	I264	I265	I266	I267
0,8	0,099	0,230	-0,055	0,212	0,260	-0,039	0,216	0,281	0,110	0,101	0,087	0,171	0,009
1,6	0,166	-0,005	0,079	0,118	0,318	-0,201	0,186	0,336	0,242	-0,007	-0,010	0,221	0,091
3,2	0,036	-0,052	-0,029	0,061	0,172	-0,075	0,025	0,121	0,025	0,007	0,069	0,094	0,130
$w_{c,méd}$	0,100	0,058	-0,002	0,130	0,250	-0,105	0,142	0,246	0,126	0,034	0,049	0,162	0,077
$w_{c,ópt}$	0,057	-0,041	-0,015	0,074	0,205	-0,090	0,054	0,167	0,061	0,007	0,057	0,118	0,120
Tensão Tangencial (Valores calculados: $w_{c,méd}$) (MPa)													
σ_n (MPa)	I255	I256	I257	I258	I259	I260	I261	I262	I263	I264	I265	I266	I267
0,4	0,354	0,233	0,304	0,363	0,347	0,191	0,377	0,434	0,363	0,192	0,347	0,381	0,367
0,8	0,638	0,439	0,610	0,632	0,521	0,423	0,648	0,654	0,635	0,371	0,660	0,638	0,678
1,6	1,147	0,828	1,222	1,100	0,782	0,934	1,111	0,986	1,111	0,717	1,257	1,070	1,252
3,2	2,065	1,560	2,448	1,913	1,173	2,063	1,906	1,487	1,942	1,386	2,391	1,793	2,311
SQD	0,135	0,348	0,026	0,195	0,081	0,017	0,538	0,399	0,318	0,017	0,014	0,127	0,119
Tensão Tangencial (Valores calculados: $w_{c,ópt}$) (MPa)													
σ_n (MPa)	I255	I256	I257	I258	I259	I260	I261	I262	I263	I264	I265	I266	I267
0,4	0,354	0,233	0,304	0,363	0,347	0,191	0,377	0,434	0,363	0,192	0,347	0,381	0,367
0,8	0,668	0,485	0,618	0,673	0,553	0,417	0,714	0,723	0,682	0,381	0,655	0,672	0,646
1,6	1,260	1,010	1,254	1,247	0,879	0,909	1,352	1,205	1,282	0,757	1,235	1,185	1,137
3,2	2,377	2,104	2,544	2,310	1,398	1,981	2,558	2,008	2,409	1,504	2,328	2,092	2,001
SQD	0,025	0,018	0,015	0,015	0,021	0,010	0,057	0,082	0,071	0,001	0,009	0,024	0,009

Tabela C17 - Resultados dos coeficientes de desgaste para o modelo 2 e análise do $w_{c,méd}$ e $w_{c,ópt}$, para o conjunto I, provetes I269-I271

Tensão Tangencial (Valores experimentais) (MPa)			
σ_n (MPa)	I269	I270	I271
0,4	0,361	0,568	0,281
0,8	0,498	0,813	0,544
1,6	1,109	1,659	0,902
3,2	2,026	2,549	1,640
Coeficientes de desgaste ($w_{c,i}$)			
σ_n (MPa)	I269	I270	I271
0,8	0,309	0,284	0,032
1,6	0,131	0,117	0,109
3,2	0,104	0,181	0,100
$w_{c,méd}$	0,181	0,194	0,080
$w_{c,ópt}$	0,114	0,172	0,100
Tensão Tangencial (Valores calculados: $w_{c,méd}$) (MPa)			
σ_n (MPa)	I269	I270	I271
0,4	0,361	0,568	0,281
0,8	0,590	0,915	0,517
1,6	0,966	1,475	0,951
3,2	1,582	2,378	1,750
SQD	0,226	0,074	0,015
Tensão Tangencial (Valores calculados: $w_{c,ópt}$) (MPa)			
σ_n (MPa)	I269	I270	I271
0,4	0,361	0,568	0,281
0,8	0,638	0,940	0,506
1,6	1,131	1,556	0,911
3,2	2,003	2,576	1,641
SQD	0,021	0,027	0,002

Tabela C18 - Resultados dos coeficientes de desgaste para o modelo 2 e análise do $w_{c,méd}$ e $w_{c,ópt}$, para o conjunto J, provetes J626-J640

Tensão Tangencial (Valores experimentais) (MPa)															
σ_n (MPa)	J626	J627	J628	J629	J630	J631	J632	J633	J634	J635	J636	J637	J638	J639	J640
0,4	0,287	0,329	0,435	0,575	0,378	0,274	0,369	0,151	0,339	0,292	0,390	0,422	0,268	0,228	0,224
0,8	0,451	0,532	0,622	0,755	0,560	0,463	0,515	0,321	0,565	0,707	0,617	0,628	0,465	0,400	0,369
1,6	0,851	1,006	1,061	1,176	0,990	0,748	0,911	0,595	1,064	1,161	1,304	1,272	0,861	0,668	0,685
3,2	1,575	1,716	1,864	2,092	2,269	1,441	1,748	1,114	1,949	2,160	2,265	2,202	1,726	1,379	1,297
Coeficientes de desgaste ($w_{c,i}$)															
σ_n (MPa)	J626	J627	J628	J629	J630	J631	J632	J633	J634	J635	J636	J637	J638	J639	J640
0,8	0,212	0,192	0,286	0,344	0,258	0,155	0,302	-0,063	0,166	-0,212	0,208	0,256	0,132	0,122	0,179
1,6	0,155	0,119	0,244	0,326	0,269	0,209	0,257	-0,010	0,122	-0,017	0,071	0,130	0,132	0,190	0,146
3,2	0,111	0,133	0,176	0,210	0,065	0,118	0,142	0,032	0,100	0,033	0,103	0,130	0,061	0,076	0,096
$w_{c,méd}$	0,159	0,148	0,235	0,293	0,197	0,161	0,233	-0,014	0,129	-0,065	0,127	0,172	0,108	0,129	0,140
$w_{c,ópt}$	0,121	0,133	0,194	0,241	0,104	0,136	0,169	0,024	0,106	0,021	0,100	0,134	0,074	0,096	0,106
Tensão Tangencial (Valores calculados: $w_{c,méd}$) (MPa)															
σ_n (MPa)	J626	J627	J628	J629	J630	J631	J632	J633	J634	J635	J636	J637	J638	J639	J640
0,4	0,287	0,329	0,435	0,575	0,378	0,274	0,369	0,151	0,339	0,292	0,390	0,422	0,268	0,228	0,224
0,8	0,482	0,561	0,666	0,813	0,606	0,459	0,565	0,306	0,590	0,621	0,680	0,698	0,478	0,397	0,386
1,6	0,810	0,955	1,018	1,149	0,973	0,771	0,866	0,621	1,027	1,324	1,188	1,157	0,852	0,692	0,664
3,2	1,362	1,627	1,557	1,623	1,563	1,294	1,328	1,259	1,788	2,821	2,073	1,915	1,520	1,205	1,142
SQD	0,048	0,011	0,098	0,224	0,501	0,022	0,180	0,022	0,028	0,470	0,054	0,101	0,043	0,031	0,025
Tensão Tangencial (Valores calculados: $w_{c,ópt}$) (MPa)															
σ_n (MPa)	J626	J627	J628	J629	J630	J631	J632	J633	J634	J635	J636	J637	J638	J639	J640
0,4	0,287	0,329	0,435	0,575	0,378	0,274	0,369	0,151	0,339	0,292	0,390	0,422	0,268	0,228	0,224
0,8	0,504	0,571	0,702	0,873	0,677	0,473	0,613	0,295	0,606	0,571	0,701	0,731	0,496	0,412	0,401
1,6	0,885	0,990	1,132	1,324	1,213	0,818	1,018	0,575	1,083	1,117	1,262	1,266	0,919	0,746	0,717
3,2	1,556	1,718	1,825	2,009	2,174	1,413	1,693	1,124	1,938	2,187	2,272	2,193	1,702	1,349	1,282
SQD	0,004	0,002	0,013	0,043	0,072	0,006	0,024	0,001	0,002	0,021	0,009	0,011	0,005	0,007	0,002

Tabela C19 - Resultados dos coeficientes de desgaste para o modelo 2 e análise do $w_{c,méd}$ e $w_{c,ópt}$, para o conjunto J, provetes J641-J645

Tensão Tangencial (Valores experimentais) (MPa)					
σ_n (MPa)	J641	J642	J643	J644	J645
0,4	0,273	0,211	0,432	0,430	0,288
0,8	0,363	0,355	0,632	0,622	0,467
1,6	0,772	0,802	1,150	1,262	0,846
3,2	1,438	1,538	1,923	2,236	1,470
Coeficientes de desgaste ($w_{c,i}$)					
σ_n (MPa)	J641	J642	J643	J644	J645
0,8	0,335	0,160	0,269	0,277	0,191
1,6	0,181	0,020	0,189	0,150	0,147
3,2	0,118	0,031	0,173	0,128	0,137
$w_{c,méd}$	0,211	0,070	0,210	0,185	0,158
$w_{c,ópt}$	0,136	0,032	0,180	0,137	0,141
Tensão Tangencial (Valores calculados: $w_{c,méd}$) (MPa)					
σ_n (MPa)	J641	J642	J643	J644	J645
0,4	0,273	0,211	0,432	0,430	0,288
0,8	0,430	0,393	0,682	0,701	0,486
1,6	0,678	0,731	1,078	1,142	0,817
3,2	1,070	1,359	1,703	1,862	1,375
SQD	0,148	0,038	0,056	0,161	0,010
Tensão Tangencial (Valores calculados: $w_{c,ópt}$) (MPa)					
σ_n (MPa)	J641	J642	J643	J644	J645
0,4	0,273	0,211	0,432	0,430	0,288
0,8	0,471	0,409	0,709	0,743	0,496
1,6	0,815	0,793	1,163	1,282	0,852
3,2	1,409	1,536	1,908	2,215	1,464
SQD	0,014	0,003	0,006	0,015	0,001

Tabela C20 - Resultados dos coeficientes de desgaste para o modelo 2 e análise do $w_{c,méd}$ e $w_{c,ópt}$, para o conjunto L, provetes L123-L145

Tensão Tangencial (Valores experimentais) (MPa)															
σ_n (MPa)	L123	L124	L125	L126	L127	L128	L129	L135	L137	L140	L141	L142	L143	L144	L145
0,4	0,482	0,383	0,353	0,428	0,343	0,627	0,322	0,459	0,412	0,372	0,316	0,364	0,337	0,275	0,346
0,8	0,910	0,668	0,834	0,553	0,586	1,069	0,669	0,666	0,646	0,689	0,690	0,626	0,564	0,454	0,656
1,6	1,433	1,202	1,439	0,993	1,073	1,839	1,196	1,237	1,298	1,358	1,286	1,288	1,071	0,883	1,115
3,2	2,569	2,171	2,644	1,999	1,982	3,253	2,175	2,134	2,298	2,548	2,427	2,453	2,035	1,862	2,338
Coeficientes de desgaste ($w_{c,i}$)															
σ_n (MPa)	L123	L124	L125	L126	L127	L128	L129	L135	L137	L140	L141	L142	L143	L144	L145
0,8	0,055	0,127	-0,181	0,355	0,146	0,147	-0,038	0,275	0,216	0,074	-0,091	0,140	0,162	0,175	0,053
1,6	0,148	0,118	-0,037	0,296	0,126	0,151	0,021	0,190	0,111	0,040	-0,028	0,062	0,124	0,146	0,143
3,2	0,125	0,106	0,031	0,139	0,099	0,132	0,060	0,159	0,112	0,052	0,019	0,053	0,083	0,041	0,045
$w_{c,méd}$	0,109	0,117	-0,062	0,263	0,124	0,143	0,014	0,208	0,146	0,055	-0,033	0,085	0,123	0,121	0,080
$w_{c,ópt}$	0,127	0,109	0,017	0,177	0,105	0,136	0,052	0,169	0,114	0,050	0,011	0,057	0,092	0,061	0,060
Tensão Tangencial (Valores calculados: $w_{c,méd}$) (MPa)															
σ_n (MPa)	L123	L124	L125	L126	L127	L128	L129	L135	L137	L140	L141	L142	L143	L144	L145
0,4	0,482	0,383	0,353	0,428	0,343	0,627	0,322	0,459	0,412	0,372	0,316	0,364	0,337	0,275	0,346
0,8	0,858	0,675	0,750	0,631	0,601	1,074	0,635	0,728	0,704	0,704	0,653	0,666	0,590	0,484	0,637
1,6	1,528	1,192	1,594	0,929	1,053	1,840	1,252	1,153	1,202	1,329	1,350	1,218	1,035	0,851	1,171
3,2	2,722	2,104	3,387	1,369	1,847	3,153	2,467	1,826	2,053	2,512	2,790	2,230	1,814	1,496	2,155
SQD	0,035	0,005	0,583	0,407	0,019	0,010	0,090	0,106	0,073	0,002	0,137	0,056	0,051	0,136	0,037
Tensão Tangencial (Valores calculados: $w_{c,ópt}$) (MPa)															
σ_n (MPa)	L123	L124	L125	L126	L127	L128	L129	L135	L137	L140	L141	L142	L143	L144	L145
0,4	0,482	0,383	0,353	0,428	0,343	0,627	0,322	0,459	0,412	0,372	0,316	0,364	0,337	0,275	0,346
0,8	0,841	0,682	0,694	0,705	0,614	1,084	0,611	0,763	0,730	0,707	0,625	0,687	0,611	0,517	0,651
1,6	1,468	1,215	1,364	1,161	1,100	1,873	1,157	1,269	1,293	1,343	1,238	1,296	1,110	0,971	1,223
3,2	2,563	2,165	2,682	1,912	1,970	3,239	2,194	2,110	2,291	2,552	2,449	2,445	2,015	1,825	2,300
SQD	0,006	0,000	0,027	0,059	0,002	0,002	0,005	0,011	0,007	0,001	0,007	0,004	0,004	0,013	0,013

Tabela C21 - Resultados dos coeficientes de desgaste para o modelo 2 e análise do $w_{c,méd}$ e $w_{c,ópt}$, para o conjunto L, provetes L146-L256

Tensão Tangencial (Valores experimentais) (MPa)											
σ_n (MPa)	L146	L247	L248	L249	L250	L251	L252	L253	L254	L255	L256
0,4	0,453	0,231	0,314	0,354	0,352	0,337	0,535	0,271	0,433	0,489	0,304
0,8	0,691	0,659	0,564	0,659	0,678	0,577	0,859	0,535	0,810	0,897	0,626
1,6	1,266	1,134	1,071	1,213	1,205	1,179	1,479	1,042	1,407	1,635	1,072
3,2	2,623	2,232	2,035	2,407	2,152	2,056	2,874	1,826	2,867	3,009	2,260
Coeficientes de desgaste ($w_{c,i}$)											
σ_n (MPa)	L146	L247	L248	L249	L250	L251	L252	L253	L254	L255	L256
0,8	0,238	-0,427	0,102	0,070	0,036	0,143	0,197	0,014	0,066	0,083	-0,029
1,6	0,214	-0,146	0,084	0,093	0,065	0,044	0,205	-0,012	0,132	0,087	0,094
3,2	0,085	-0,054	0,065	0,048	0,089	0,090	0,112	0,065	0,053	0,083	0,018
$w_{c,méd}$	0,179	-0,209	0,084	0,070	0,063	0,093	0,171	0,022	0,083	0,084	0,028
$w_{c,ópt}$	0,111	-0,071	0,069	0,055	0,084	0,084	0,131	0,052	0,066	0,084	0,028
Tensão Tangencial (Valores calculados: $w_{c,méd}$) (MPa)											
σ_n (MPa)	L146	L247	L248	L249	L250	L251	L252	L253	L254	L255	L256
0,4	0,453	0,231	0,314	0,354	0,352	0,337	0,535	0,271	0,433	0,489	0,304
0,8	0,744	0,559	0,575	0,659	0,659	0,611	0,887	0,531	0,795	0,895	0,592
1,6	1,222	1,350	1,054	1,224	1,234	1,109	1,469	1,038	1,457	1,639	1,151
3,2	2,007	3,264	1,931	2,276	2,312	2,013	2,435	2,030	2,670	3,003	2,239
SQD	0,384	1,123	0,011	0,017	0,027	0,008	0,194	0,042	0,041	0,000	0,008
Tensão Tangencial (Valores calculados: $w_{c,ópt}$) (MPa)											
σ_n (MPa)	L146	L247	L248	L249	L250	L251	L252	L253	L254	L255	L256
0,4	0,453	0,231	0,314	0,354	0,352	0,337	0,535	0,271	0,433	0,489	0,304
0,8	0,806	0,495	0,585	0,669	0,644	0,617	0,930	0,515	0,810	0,896	0,592
1,6	1,433	1,059	1,088	1,264	1,181	1,130	1,618	0,976	1,514	1,641	1,150
3,2	2,548	2,267	2,026	2,388	2,164	2,070	2,813	1,851	2,829	3,007	2,236
SQD	0,047	0,034	0,001	0,003	0,002	0,004	0,028	0,005	0,013	0,000	0,008

Tabela C22 - Resultados dos coeficientes de desgaste para o modelo 2 e análise do $w_{c,méd}$ e $w_{c,ópt}$, para o conjunto M, provetes M1-M17

Tensão Tangencial (Valores experimentais) (MPa)															
σ_n (MPa)	M1	M1A	M2	M4	M5	M7	M8	M9	M10	M11	M12	M13	M14	M16	M17
0,4	0,383	0,507	0,438	0,392	0,440	0,541	0,395	0,485	0,360	0,422	0,328	0,384	0,469	0,420	0,350
0,8	0,659	0,781	0,800	0,752	0,786	0,966	0,752	0,784	0,674	0,767	0,604	0,669	0,673	0,731	0,606
1,6	1,194	1,381	1,522	1,463	1,504	1,793	1,465	1,480	1,284	1,456	1,133	1,175	1,421	1,336	1,104
3,2	2,423	2,725	2,885	2,810	2,882	3,361	2,837	2,833	2,582	2,809	2,129	2,275	2,599	2,590	2,152
Coeficientes de desgaste ($w_{c,i}$)															
σ_n (MPa)	M1	M1A	M2	M4	M5	M7	M8	M9	M10	M11	M12	M13	M14	M16	M17
0,8	0,140	0,230	0,086	0,041	0,107	0,107	0,049	0,192	0,064	0,090	0,081	0,127	0,282	0,130	0,135
1,6	0,152	0,215	0,072	0,032	0,085	0,098	0,039	0,149	0,072	0,081	0,075	0,150	0,141	0,130	0,136
3,2	0,065	0,109	0,061	0,036	0,061	0,078	0,035	0,092	0,031	0,056	0,067	0,087	0,108	0,077	0,077
$w_{c,méd}$	0,119	0,185	0,073	0,037	0,084	0,094	0,041	0,144	0,056	0,076	0,074	0,122	0,177	0,112	0,116
$w_{c,ópt}$	0,081	0,131	0,063	0,036	0,066	0,082	0,036	0,104	0,038	0,061	0,068	0,099	0,119	0,087	0,088
Tensão Tangencial (Valores calculados: $w_{c,méd}$) (MPa)															
σ_n (MPa)	M1	M1A	M2	M4	M5	M7	M8	M9	M10	M11	M12	M13	M14	M16	M17
0,4	0,383	0,507	0,438	0,392	0,440	0,541	0,395	0,485	0,360	0,422	0,328	0,384	0,469	0,420	0,350
0,8	0,675	0,826	0,811	0,756	0,806	0,980	0,758	0,830	0,679	0,780	0,608	0,674	0,772	0,746	0,619
1,6	1,190	1,347	1,504	1,456	1,475	1,775	1,454	1,421	1,283	1,441	1,127	1,184	1,270	1,325	1,095
3,2	2,096	2,197	2,789	2,805	2,702	3,215	2,789	2,432	2,424	2,664	2,087	2,080	2,090	2,353	1,937
SQD	0,107	0,282	0,010	0,000	0,033	0,022	0,002	0,166	0,025	0,021	0,002	0,038	0,291	0,057	0,046
Tensão Tangencial (Valores calculados: $w_{c,ópt}$) (MPa)															
σ_n (MPa)	M1	M1A	M2	M4	M5	M7	M8	M9	M10	M11	M12	M13	M14	M16	M17
0,4	0,383	0,507	0,438	0,392	0,440	0,541	0,395	0,485	0,360	0,422	0,328	0,384	0,469	0,420	0,350
0,8	0,705	0,880	0,820	0,756	0,822	0,993	0,762	0,870	0,692	0,792	0,612	0,691	0,827	0,768	0,639
1,6	1,295	1,529	1,536	1,458	1,535	1,823	1,470	1,559	1,332	1,488	1,141	1,246	1,457	1,403	1,165
3,2	2,382	2,658	2,878	2,812	2,868	3,347	2,835	2,795	2,564	2,796	2,125	2,247	2,568	2,562	2,126
SQD	0,014	0,036	0,001	0,000	0,002	0,002	0,000	0,015	0,003	0,002	0,000	0,006	0,026	0,007	0,005

Tabela C23 - Resultados dos coeficientes de desgaste para o modelo 2 e análise do $w_{c,méd}$ e $w_{c,ópt}$, para o conjunto M, provetes M19-M36

Tensão Tangencial (Valores experimentais) (MPa)													
σ_n (MPa)	M19	M20	M21	M22	M26	M29	M30	M31	M32	M33	M34	M35	M36
0,4	0,413	0,406	0,606	0,293	0,451	0,452	0,417	0,422	0,329	0,438	0,412	0,420	0,367
0,8	0,713	0,678	0,965	0,597	0,814	0,741	0,793	0,823	0,646	0,825	0,736	0,712	0,681
1,6	1,278	1,242	1,694	1,080	1,553	1,347	1,435	1,527	1,288	1,465	1,275	1,356	1,245
3,2	2,399	2,335	3,146	2,144	2,975	2,616	2,794	2,633	2,379	2,725	2,325	2,548	2,387
Coeficientes de desgaste ($w_{c,i}$)													
σ_n (MPa)	M19	M20	M21	M22	M26	M29	M30	M31	M32	M33	M34	M35	M36
0,8	0,135	0,165	0,205	-0,019	0,097	0,181	0,049	0,025	0,019	0,058	0,107	0,153	0,072
1,6	0,136	0,143	0,189	0,050	0,080	0,166	0,086	0,021	-0,009	0,090	0,130	0,113	0,089
3,2	0,096	0,098	0,125	0,028	0,060	0,093	0,054	0,087	0,038	0,080	0,107	0,084	0,064
$w_{c,méd}$	0,122	0,135	0,173	0,019	0,079	0,146	0,063	0,045	0,016	0,076	0,115	0,116	0,075
$w_{c,ópt}$	0,103	0,107	0,139	0,030	0,064	0,107	0,059	0,075	0,031	0,081	0,111	0,090	0,068
Tensão Tangencial (Valores calculados: $w_{c,méd}$) (MPa)													
σ_n (MPa)	M19	M20	M21	M22	M26	M29	M30	M31	M32	M33	M34	M35	M36
0,4	0,413	0,406	0,606	0,293	0,451	0,452	0,417	0,422	0,329	0,438	0,412	0,420	0,367
0,8	0,724	0,702	1,003	0,574	0,830	0,772	0,782	0,806	0,648	0,809	0,730	0,742	0,678
1,6	1,271	1,214	1,659	1,126	1,530	1,318	1,465	1,540	1,275	1,496	1,292	1,311	1,255
3,2	2,231	2,100	2,745	2,209	2,818	2,250	2,744	2,943	2,509	2,764	2,286	2,317	2,322
SQD	0,028	0,057	0,164	0,007	0,025	0,136	0,003	0,096	0,017	0,003	0,002	0,056	0,004
Tensão Tangencial (Valores calculados: $w_{c,ópt}$) (MPa)													
σ_n (MPa)	M19	M20	M21	M22	M26	M29	M30	M31	M32	M33	M34	M35	M36
0,4	0,413	0,406	0,606	0,293	0,451	0,452	0,417	0,422	0,329	0,438	0,412	0,420	0,367
0,8	0,740	0,725	1,044	0,568	0,844	0,807	0,785	0,780	0,638	0,805	0,733	0,764	0,684
1,6	1,326	1,294	1,798	1,102	1,581	1,442	1,477	1,443	1,237	1,480	1,303	1,390	1,275
3,2	2,378	2,311	3,097	2,139	2,962	2,574	2,779	2,668	2,397	2,721	2,315	2,530	2,377
SQD	0,003	0,006	0,020	0,001	0,002	0,015	0,002	0,010	0,003	0,001	0,001	0,004	0,001

Tabela C24 - Resultados dos coeficientes de desgaste para o modelo 2 e análise do $w_{c,méd}$ e $w_{c,ópt}$, para o conjunto M, provetes M37-M40

Tensão Tangencial (Valores experimentais) (MPa)			
σ_n (MPa)	M37	M39	M40
0,4	0,352	0,343	0,519
0,8	0,636	0,655	0,814
1,6	1,311	1,259	1,444
3,2	2,540	2,424	2,732
Coeficientes de desgaste ($w_{c,i}$)			
σ_n (MPa)	M37	M39	M40
0,8	0,096	0,046	0,216
1,6	0,035	0,044	0,195
3,2	0,032	0,041	0,119
$w_{c,méd}$	0,054	0,044	0,177
$w_{c,ópt}$	0,034	0,041	0,136
Tensão Tangencial (Valores calculados: $w_{c,méd}$) (MPa)			
σ_n (MPa)	M37	M39	M40
0,4	0,352	0,343	0,519
0,8	0,665	0,657	0,854
1,6	1,258	1,257	1,406
3,2	2,378	2,404	2,315
SQD	0,030	0,000	0,177
Tensão Tangencial (Valores calculados: $w_{c,ópt}$) (MPa)			
σ_n (MPa)	M37	M39	M40
0,4	0,352	0,343	0,519
0,8	0,679	0,659	0,897
1,6	1,313	1,263	1,551
3,2	2,536	2,422	2,682
SQD	0,002	0,000	0,021

Tabela C25 - Resultados dos coeficientes de desgaste para o modelo 2 e análise do $w_{c,méd}$ e $w_{c,ópt}$, para o conjunto N, provetes N1-N15

Tensão Tangencial (Valores experimentais) (MPa)															
σ_n (MPa)	N1	N2	N3	N4	N5	N6	N7	N8	N9	N10	N11	N12	N13	N14	N15
0,4	0,505	0,348	0,403	0,276	0,316	0,379	0,272	0,351	0,351	0,337	0,328	0,376	0,261	0,311	0,320
0,8	0,777	0,682	0,693	0,554	0,616	0,674	0,581	0,463	0,666	0,882	0,616	0,633	0,478	0,523	0,546
1,6	1,498	1,180	1,229	1,065	1,050	0,988	0,816	1,050	1,355	1,321	1,091	1,016	0,994	0,868	1,026
3,2	2,663	2,238	2,316	1,639	1,963	2,213	1,917	2,211	2,466	2,277	2,140	1,833	1,865	2,003	1,887
Coeficientes de desgaste ($w_{c,i}$)															
σ_n (MPa)	N1	N2	N3	N4	N5	N6	N7	N8	N9	N10	N11	N12	N13	N14	N15
0,8	0,231	0,020	0,139	-0,004	0,026	0,110	-0,067	0,340	0,050	-0,308	0,061	0,157	0,086	0,159	0,146
1,6	0,146	0,087	0,145	-0,054	0,096	0,267	0,210	0,182	-0,006	-0,028	0,107	0,199	0,013	0,240	0,111
3,2	0,125	0,069	0,098	0,114	0,080	0,077	0,024	0,058	0,047	0,070	0,061	0,145	0,039	0,047	0,094
$w_{c,méd}$	0,168	0,059	0,128	0,018	0,067	0,151	0,056	0,193	0,031	-0,088	0,076	0,167	0,046	0,148	0,117
$w_{c,ópt}$	0,132	0,071	0,107	0,084	0,081	0,110	0,050	0,085	0,039	0,047	0,068	0,155	0,036	0,080	0,098
Tensão Tangencial (Valores calculados: $w_{c,méd}$) (MPa)															
σ_n (MPa)	N1	N2	N3	N4	N5	N6	N7	N8	N9	N10	N11	N12	N13	N14	N15
0,4	0,505	0,348	0,403	0,276	0,316	0,379	0,272	0,351	0,351	0,337	0,328	0,376	0,261	0,311	0,320
0,8	0,841	0,655	0,703	0,541	0,590	0,643	0,514	0,566	0,680	0,734	0,606	0,626	0,498	0,529	0,565
1,6	1,400	1,233	1,226	1,062	1,100	1,091	0,971	0,913	1,318	1,598	1,119	1,042	0,951	0,901	0,998
3,2	2,331	2,321	2,139	2,085	2,052	1,852	1,833	1,473	2,555	3,479	2,068	1,736	1,814	1,534	1,762
SQD	0,124	0,010	0,031	0,199	0,011	0,142	0,035	0,575	0,010	1,544	0,006	0,010	0,005	0,220	0,017
Tensão Tangencial (Valores calculados: $w_{c,ópt}$) (MPa)															
σ_n (MPa)	N1	N2	N3	N4	N5	N6	N7	N8	N9	N10	N11	N12	N13	N14	N15
0,4	0,505	0,348	0,403	0,276	0,316	0,379	0,272	0,351	0,351	0,337	0,328	0,376	0,261	0,311	0,320
0,8	0,877	0,646	0,719	0,505	0,581	0,674	0,517	0,642	0,674	0,643	0,611	0,635	0,503	0,571	0,577
1,6	1,522	1,202	1,284	0,925	1,067	1,199	0,982	1,174	1,294	1,224	1,139	1,072	0,970	1,050	1,041
3,2	2,643	2,233	2,293	1,695	1,960	2,134	1,864	2,148	2,486	2,332	2,123	1,811	1,870	1,932	1,878
SQD	0,011	0,002	0,004	0,025	0,002	0,051	0,034	0,051	0,004	0,070	0,003	0,004	0,001	0,041	0,001

Tabela C26 - Resultados dos coeficientes de desgaste para o modelo 2 e análise do $w_{c,méd}$ e $w_{c,ópt}$, para o conjunto N, provetes N16-N18

Tensão Tangencial (Valores experimentais) (MPa)			
σ_n (MPa)	N16	N17	N18
0,4	0,425	0,393	0,268
0,8	0,778	0,757	0,445
1,6	1,439	1,429	1,009
3,2	2,834	2,493	1,883
Coeficientes de desgaste ($w_{c,i}$)			
σ_n (MPa)	N16	N17	N18
0,8	0,085	0,036	0,170
1,6	0,099	0,021	0,018
3,2	0,054	0,081	0,043
$w_{c,méd}$	0,079	0,046	0,077
$w_{c,ópt}$	0,062	0,071	0,042
Tensão Tangencial (Valores calculados: $w_{c,méd}$) (MPa)			
σ_n (MPa)	N16	N17	N18
0,4	0,425	0,393	0,268
0,8	0,783	0,749	0,495
1,6	1,442	1,430	0,913
3,2	2,656	2,728	1,685
SQD	0,032	0,055	0,051
Tensão Tangencial (Valores calculados: $w_{c,ópt}$) (MPa)			
σ_n (MPa)	N16	N17	N18
0,4	0,425	0,393	0,268
0,8	0,798	0,730	0,514
1,6	1,498	1,357	0,984
3,2	2,811	2,522	1,885
SQD	0,004	0,007	0,005

Tabela C27 - Resultados dos coeficientes de desgaste para o modelo 2 e análise do $w_{c,méd}$ e $w_{c,ópt}$, para o conjunto O, provetes O43-O59

Tensão Tangencial (Valores experimentais) (MPa)														
σ_n (MPa)	O43	O47	O48	O49	O50	O51	O52	O53	O54	O55	O56	O57	O58	O59
0,25	0,230	0,280	0,248	0,292	0,164	0,387	0,192	0,126	0,193	0,209	0,167	0,204	0,155	0,225
0,50	0,354	0,485	0,453	0,348	0,279	0,585	0,301	0,261	0,293	0,284	0,340	0,360	0,300	0,333
1,0	0,702	0,868	0,789	0,708	0,534	1,170	0,571	0,526	0,606	0,658	0,638	0,670	0,619	0,644
2,0	1,298	1,652	1,434	1,344	1,074	2,196	1,091	1,042	1,076	1,310	1,297	1,325	1,159	1,212
Coeficientes de desgaste ($w_{c,i}$)														
σ_n (MPa)	O43	O47	O48	O49	O50	O51	O52	O53	O54	O55	O56	O57	O58	O59
0,50	0,229	0,135	0,088	0,404	0,151	0,244	0,219	-0,030	0,241	0,320	-0,017	0,118	0,032	0,259
1,0	0,139	0,140	0,115	0,262	0,126	0,149	0,164	-0,028	0,112	0,140	0,035	0,117	-0,019	0,179
2,0	0,103	0,091	0,102	0,147	0,056	0,100	0,099	-0,008	0,110	0,066	0,008	0,060	0,027	0,113
$w_{c,méd}$	0,157	0,122	0,101	0,271	0,111	0,165	0,161	-0,022	0,155	0,175	0,009	0,098	0,013	0,184
$w_{c,ópt}$	0,112	0,100	0,104	0,178	0,069	0,112	0,113	-0,011	0,114	0,084	0,011	0,070	0,020	0,129
Tensão Tangencial (Valores calculados: $w_{c,méd}$) (MPa)														
σ_n (MPa)	O43	O47	O48	O49	O50	O51	O52	O53	O54	O55	O56	O57	O58	O59
0,25	0,230	0,280	0,248	0,292	0,164	0,387	0,192	0,126	0,193	0,209	0,167	0,204	0,155	0,225
0,50	0,387	0,492	0,446	0,425	0,292	0,647	0,323	0,258	0,326	0,345	0,331	0,368	0,306	0,367
1,0	0,652	0,865	0,802	0,620	0,519	1,081	0,543	0,528	0,551	0,569	0,657	0,663	0,604	0,600
2,0	1,100	1,518	1,442	0,905	0,922	1,807	0,911	1,080	0,932	0,938	1,302	1,196	1,192	0,979
SQD	0,043	0,018	0,000	0,207	0,023	0,164	0,034	0,001	0,025	0,150	0,000	0,017	0,001	0,057
Tensão Tangencial (Valores calculados: $w_{c,ópt}$) (MPa)														
σ_n (MPa)	O43	O47	O48	O49	O50	O51	O52	O53	O54	O55	O56	O57	O58	O59
0,25	0,230	0,280	0,248	0,292	0,164	0,387	0,192	0,126	0,193	0,209	0,167	0,204	0,155	0,225
0,50	0,408	0,505	0,445	0,480	0,306	0,688	0,341	0,256	0,342	0,383	0,330	0,379	0,304	0,392
1,0	0,724	0,909	0,798	0,788	0,569	1,220	0,605	0,517	0,605	0,701	0,653	0,705	0,595	0,683
2,0	1,284	1,635	1,431	1,295	1,059	2,166	1,073	1,045	1,072	1,285	1,292	1,311	1,167	1,191
SQD	0,004	0,002	0,000	0,026	0,002	0,014	0,003	0,000	0,002	0,012	0,000	0,002	0,001	0,005

Tabela C28 - Resultados dos coeficientes de desgaste para o modelo 2 e análise do $w_{c,méd}$ e $w_{c,ópt}$, para o conjunto O, provetes O60-O62

Tensão Tangencial (Valores experimentais) (MPa)			
σ_n (MPa)	O60	O61	O62
0,25	0,277	0,170	0,274
0,50	0,498	0,329	0,495
1,0	0,868	0,661	0,913
2,0	1,691	1,356	1,706
Coeficientes de desgaste ($w_{c,i}$)			
σ_n (MPa)	O60	O61	O62
0,50	0,100	0,035	0,095
1,0	0,139	0,027	0,092
2,0	0,079	-0,001	0,078
$w_{c,méd}$	0,106	0,020	0,088
$w_{c,ópt}$	0,089	0,003	0,081
Tensão Tangencial (Valores calculados: $w_{c,méd}$) (MPa)			
σ_n (MPa)	O60	O61	O62
0,25	0,277	0,170	0,274
0,50	0,495	0,334	0,499
1,0	0,884	0,655	0,909
2,0	1,581	1,283	1,657
SQD	0,012	0,005	0,002
Tensão Tangencial (Valores calculados: $w_{c,ópt}$) (MPa)			
σ_n (MPa)	O60	O61	O62
0,25	0,277	0,170	0,274
0,50	0,504	0,340	0,503
1,0	0,918	0,677	0,925
2,0	1,672	1,349	1,701
SQD	0,003	0,000	0,000

Tabela C29 - Resultados dos coeficientes de desgaste para o modelo 2 e análise do $w_{c,méd}$ e $w_{c,ópt}$, para o conjunto P, provetes P1-P12A

Tensão Tangencial (Valores experimentais) (MPa)														
σ_n (MPa)	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P8A	P8B	P8C	P9	P10A	P10B	P11A	P12A
0,5	0,560	0,353	0,465	0,475	0,607	0,568	0,529	0,480	0,537	0,478	0,481	0,492	0,444	0,304
1,0	0,836	0,710	0,775	0,785	0,980	0,908	0,859	0,640	0,797	0,801	0,894	0,729	0,739	0,614
2,0	1,588	1,384	1,454	1,396	1,804	1,709	1,734	1,363	1,617	1,504	1,475	1,320	1,367	1,211
4,0	3,142	2,337	2,924	2,789	3,402	3,731	2,640	3,139	2,632	2,323	3,068	2,839	2,446	2,398
Coeficientes de desgaste ($w_{c,i}$)														
σ_n (MPa)	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P8A	P8B	P8C	P9	P10A	P10B	P11A	P12A
1,0	0,253	-0,006	0,167	0,174	0,193	0,201	0,189	0,334	0,257	0,163	0,070	0,259	0,168	-0,012
2,0	0,196	-0,037	0,148	0,181	0,160	0,190	0,049	0,231	0,115	0,077	0,168	0,243	0,127	-0,001
4,0	0,097	0,074	0,067	0,086	0,104	0,046	0,158	0,040	0,153	0,164	0,061	0,081	0,114	0,005
$w_{c,méd}$	0,182	0,010	0,128	0,147	0,152	0,145	0,132	0,202	0,175	0,135	0,100	0,194	0,136	-0,003
$w_{c,ópt}$	0,119	0,055	0,083	0,104	0,116	0,072	0,140	0,077	0,149	0,148	0,078	0,114	0,118	0,004
Tensão Tangencial (Valores calculados: $w_{c,méd}$) (MPa)														
σ_n (MPa)	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P8A	P8B	P8C	P9	P10A	P10B	P11A	P12A
0,5	0,560	0,353	0,465	0,475	0,607	0,568	0,529	0,480	0,537	0,478	0,481	0,492	0,444	0,304
1,0	0,916	0,699	0,812	0,811	1,029	0,971	0,919	0,767	0,886	0,828	0,866	0,792	0,766	0,609
2,0	1,498	1,383	1,417	1,384	1,745	1,660	1,596	1,225	1,461	1,433	1,559	1,277	1,324	1,221
4,0	2,450	2,738	2,472	2,361	2,959	2,837	2,771	1,956	2,411	2,480	2,807	2,058	2,288	2,448
SQD	0,493	0,161	0,207	0,184	0,202	0,806	0,040	1,435	0,081	0,030	0,076	0,616	0,028	0,003
Tensão Tangencial (Valores calculados: $w_{c,ópt}$) (MPa)														
σ_n (MPa)	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P8A	P8B	P8C	P9	P10A	P10B	P11A	P12A
0,5	0,560	0,353	0,465	0,475	0,607	0,568	0,529	0,480	0,537	0,478	0,481	0,492	0,444	0,304
1,0	0,987	0,667	0,854	0,852	1,073	1,054	0,911	0,886	0,913	0,815	0,886	0,872	0,783	0,605
2,0	1,740	1,261	1,567	1,526	1,898	1,956	1,568	1,635	1,554	1,389	1,634	1,545	1,381	1,205
4,0	3,068	2,384	2,875	2,733	3,356	3,628	2,698	3,017	2,644	2,366	3,012	2,739	2,436	2,401
SQD	0,052	0,019	0,021	0,024	0,020	0,093	0,034	0,150	0,018	0,015	0,028	0,081	0,002	0,000

Tabela C30 - Resultados dos coeficientes de desgaste para o modelo 2 e análise do $w_{c,méd}$ e $w_{c,ópt}$, para o conjunto P, provetes P12B-P14

Tensão Tangencial (Valores experimentais) (MPa)			
σ_n (MPa)	P12B	P13	P14
0,5	0,420	0,407	0,527
1,0	0,737	0,707	1,012
2,0	1,500	1,343	1,853
4,0	2,885	2,323	3,098
Coeficientes de desgaste ($w_{c,i}$)			
σ_n (MPa)	P12B	P13	P14
1,0	0,122	0,131	0,040
2,0	0,059	0,078	0,031
4,0	0,047	0,109	0,107
$w_{c,méd}$	0,076	0,106	0,059
$w_{c,ópt}$	0,050	0,105	0,093
Tensão Tangencial (Valores calculados: $w_{c,méd}$) (MPa)			
σ_n (MPa)	P12B	P13	P14
0,5	0,420	0,407	0,527
1,0	0,775	0,727	0,992
2,0	1,433	1,300	1,866
4,0	2,648	2,323	3,511
SQD	0,062	0,002	0,171
Tensão Tangencial (Valores calculados: $w_{c,ópt}$) (MPa)			
σ_n (MPa)	P12B	P13	P14
0,5	0,420	0,407	0,527
1,0	0,797	0,728	0,956
2,0	1,514	1,304	1,735
4,0	2,875	2,335	3,147
SQD	0,004	0,002	0,020

Tabela C31 - Resultados dos coeficientes de desgaste para o modelo 2 e análise do $w_{c,méd}$ e $w_{c,ópt}$, para o conjunto Q, provetes Q101-Q136

Tensão Tangencial (Valores experimentais) (MPa)														
σ_n (MPa)	Q101	Q102	Q103	Q104	Q105	Q106	Q107	Q108	Q109	Q110	Q111	Q112	Q135	Q136
0,4	0,331	0,462	0,333	0,412	0,284	0,387	0,327	0,531	0,346	0,372	0,281	0,403	0,385	0,493
0,8	0,609	0,890	0,752	0,615	0,523	0,530	0,545	0,661	0,614	0,663	0,457	0,696	0,749	0,781
1,6	0,865	1,334	1,239	1,129	0,992	1,130	0,973	1,225	1,116	1,328	0,997	1,241	1,216	1,544
3,2	1,807	2,585	2,292	2,181	1,248	1,947	1,953	1,881	2,467	1,610	1,873	2,409	2,320	2,906
Coeficientes de desgaste ($w_{c,i}$)														
σ_n (MPa)	Q101	Q102	Q103	Q104	Q105	Q106	Q107	Q108	Q109	Q110	Q111	Q112	Q135	Q136
0,8	0,081	0,037	-0,129	0,253	0,078	0,315	0,168	0,377	0,113	0,110	0,186	0,138	0,027	0,207
1,6	0,251	0,184	0,025	0,207	-0,044	0,146	0,176	0,240	0,156	-0,068	0,056	0,149	0,130	0,130
3,2	0,103	0,105	0,055	0,115	0,215	0,139	0,081	0,232	0,023	0,224	0,057	0,085	0,086	0,090
$w_{c,méd}$	0,145	0,109	-0,016	0,192	0,083	0,200	0,141	0,283	0,097	0,089	0,100	0,124	0,081	0,142
$w_{c,ópt}$	0,128	0,116	0,046	0,135	0,163	0,146	0,099	0,240	0,045	0,166	0,060	0,097	0,092	0,100
Tensão Tangencial (Valores calculados: $w_{c,méd}$) (MPa)														
σ_n (MPa)	Q101	Q102	Q103	Q104	Q105	Q106	Q107	Q108	Q109	Q110	Q111	Q112	Q135	Q136
0,4	0,331	0,462	0,333	0,412	0,284	0,387	0,327	0,531	0,346	0,372	0,281	0,403	0,385	0,493
0,8	0,567	0,824	0,677	0,666	0,520	0,619	0,562	0,761	0,625	0,679	0,506	0,707	0,707	0,845
1,6	0,969	1,470	1,377	1,076	0,954	0,991	0,965	1,091	1,128	1,238	0,911	1,239	1,299	1,449
3,2	1,656	2,621	2,799	1,739	1,750	1,585	1,657	1,565	2,038	2,256	1,640	2,171	2,388	2,485
SQD	0,035	0,024	0,281	0,200	0,253	0,159	0,088	0,128	0,185	0,426	0,064	0,057	0,013	0,190
Tensão Tangencial (Valores calculados: $w_{c,ópt}$) (MPa)														
σ_n (MPa)	Q101	Q102	Q103	Q104	Q105	Q106	Q107	Q108	Q109	Q110	Q111	Q112	Q135	Q136
0,4	0,331	0,462	0,333	0,412	0,284	0,387	0,327	0,531	0,346	0,372	0,281	0,403	0,385	0,493
0,8	0,578	0,817	0,635	0,712	0,475	0,661	0,590	0,806	0,661	0,622	0,528	0,729	0,699	0,887
1,6	1,007	1,444	1,212	1,232	0,796	1,130	1,063	1,225	1,263	1,037	0,993	1,316	1,269	1,597
3,2	1,756	2,551	2,312	2,130	1,332	1,932	1,915	1,861	2,412	1,731	1,868	2,377	2,306	2,875
SQD	0,024	0,019	0,015	0,023	0,048	0,018	0,012	0,021	0,027	0,101	0,005	0,008	0,006	0,015

ANEXO D

CARACTERIZAÇÃO DA TENSÃO TANGENCIAL PARA O MODELO 3

Tabela D1 - Resultados dos coeficientes de desgaste para o modelo 3 e análise do $w_{c,méd}$ e $w_{c,ópt}$, para o conjunto A, provetes A484-A498

Tensão Tangencial (Valores experimentais) (MPa)															
σ_n (MPa)	A484	A485	A486	A487	A488	A489	A490	A491	A492	A493	A494	A495	A496	A497	A498
0,4	0,458	0,280	0,541	0,520	0,351	0,345	0,346	0,374	0,418	0,325	0,354	0,513	0,351	0,300	0,396
0,8	0,725	0,590	0,711	0,574	0,561	0,524	0,601	0,517	0,937	0,526	0,545	0,773	0,428	0,510	0,712
1,6	1,240	1,127	1,302	1,316	1,049	0,893	1,133	0,973	1,406	1,107	1,165	1,684	0,848	0,910	1,132
3,2	2,026	2,121	2,400	2,284	1,955	2,118	2,144	1,705	2,196	2,339	1,868	3,299	1,649	1,636	2,027
Coeficientes de desgaste ($w_{c,i}$)															
σ_n (MPa)	A484	A485	A486	A487	A488	A489	A490	A491	A492	A493	A494	A495	A496	A497	A498
0,8	0,241	-0,056	0,398	0,522	0,219	0,260	0,139	0,355	-0,132	0,197	0,253	0,261	0,447	0,166	0,113
1,6	0,174	-0,025	0,274	0,229	0,155	0,296	0,106	0,217	0,030	0,114	0,049	0,114	0,285	0,137	0,171
3,2	0,012	-0,007	0,041	0,035	0,017	0,047	0,010	0,027	-0,020	0,017	-0,006	0,015	0,047	0,011	0,014
$w_{c,méd}$	0,142	-0,029	0,238	0,262	0,130	0,201	0,085	0,200	-0,040	0,109	0,099	0,130	0,260	0,105	0,099
$w_{c,ópt}$	0,268	0,022	0,279	0,281	0,171	0,142	0,121	0,262	0,181	0,057	0,185	0,107	0,257	0,179	0,207
Tensão Tangencial (Valores calculados: $w_{c,méd}$) (MPa)															
σ_n (MPa)	A484	A485	A486	A487	A488	A489	A490	A491	A492	A493	A494	A495	A496	A497	A498
0,4	0,458	0,280	0,541	0,520	0,351	0,345	0,346	0,374	0,418	0,325	0,354	0,513	0,351	0,300	0,396
0,8	0,850	0,567	0,954	0,904	0,656	0,621	0,663	0,673	0,854	0,615	0,673	0,960	0,610	0,569	0,753
1,6	1,524	1,159	1,582	1,472	1,187	1,062	1,242	1,152	1,760	1,131	1,248	1,737	0,995	1,051	1,396
3,2	2,681	2,378	2,541	2,309	2,110	1,766	2,303	1,919	3,644	2,050	2,284	3,090	1,564	1,913	2,555
SQD	0,525	0,068	0,157	0,134	0,052	0,162	0,041	0,102	2,229	0,092	0,196	0,081	0,062	0,100	0,350
Tensão Tangencial (Valores calculados: $w_{c,ópt}$) (MPa)															
σ_n (MPa)	A484	A485	A486	A487	A488	A489	A490	A491	A492	A493	A494	A495	A496	A497	A498
0,4	0,458	0,280	0,541	0,520	0,351	0,345	0,346	0,374	0,418	0,325	0,354	0,513	0,351	0,300	0,396
0,8	0,793	0,553	0,931	0,895	0,641	0,642	0,650	0,650	0,761	0,632	0,642	0,972	0,612	0,547	0,711
1,6	1,284	1,088	1,494	1,433	1,124	1,150	1,185	1,058	1,322	1,210	1,112	1,790	0,999	0,952	1,209
3,2	2,003	2,135	2,305	2,208	1,923	2,023	2,124	1,660	2,240	2,300	1,878	3,250	1,575	1,618	2,000
SQD	0,007	0,003	0,094	0,123	0,013	0,089	0,005	0,027	0,040	0,023	0,012	0,053	0,062	0,004	0,007

Tabela D2 - Resultados dos coeficientes de desgaste para o modelo 3 e análise do $w_{c,méd}$ e $w_{c,ópt}$, para o conjunto A, provetes A499-A509

Tensão Tangencial (MPa)											
σ_n (MPa)	A499	A500	A501	A502	A503	A504	A505	A506	A507	A508	A509
0,4	0,278	0,256	0,572	0,330	0,442	0,428	0,297	0,356	0,464	0,472	0,301
0,8	0,535	0,434	0,641	0,535	0,622	0,765	0,477	0,503	0,759	0,726	0,562
1,6	0,903	0,775	1,116	0,927	1,096	1,236	0,882	1,090	1,357	1,305	0,896
3,2	1,584	1,461	1,992	2,395	2,044	2,739	1,709	2,028	2,404	2,512	1,575
Coeficientes de desgaste ($w_{c,i}$)											
σ_n (MPa)	A499	A500	A501	A502	A503	A504	A505	A506	A507	A508	A509
0,8	0,041	0,166	0,547	0,196	0,342	0,112	0,215	0,319	0,201	0,256	0,074
1,6	0,088	0,152	0,372	0,271	0,261	0,222	0,171	0,139	0,153	0,210	0,141
3,2	0,001	0,016	0,072	0,042	0,037	0,030	0,021	0,017	0,013	0,027	0,008
$w_{c,méd}$	0,043	0,111	0,330	0,170	0,213	0,121	0,136	0,158	0,122	0,164	0,074
$w_{c,ópt}$	0,154	0,160	0,392	0,064	0,260	0,116	0,160	0,161	0,201	0,196	0,195
Tensão Tangencial (Valores calculados: $w_{c,méd}$) (MPa)											
σ_n (MPa)	A499	A500	A501	A502	A503	A504	A505	A506	A507	A508	A509
0,4	0,278	0,256	0,572	0,330	0,442	0,428	0,297	0,356	0,464	0,472	0,301
0,8	0,544	0,484	0,955	0,604	0,790	0,804	0,555	0,655	0,870	0,867	0,580
1,6	1,053	0,888	1,468	1,059	1,338	1,464	0,999	1,160	1,584	1,526	1,096
3,2	2,026	1,608	2,154	1,815	2,199	2,625	1,768	2,008	2,837	2,628	2,051
SQD	0,218	0,037	0,249	0,359	0,111	0,067	0,023	0,028	0,252	0,082	0,267
Tensão Tangencial (Valores calculados: $w_{c,ópt}$) (MPa)											
σ_n (MPa)	A499	A500	A501	A502	A503	A504	A505	A506	A507	A508	A509
0,4	0,278	0,256	0,572	0,330	0,442	0,428	0,297	0,356	0,464	0,472	0,301
0,8	0,513	0,471	0,920	0,639	0,770	0,806	0,547	0,654	0,834	0,852	0,544
1,6	0,910	0,832	1,343	1,217	1,254	1,475	0,968	1,155	1,426	1,463	0,934
3,2	1,583	1,438	1,858	2,298	1,971	2,658	1,674	1,995	2,373	2,446	1,563
SQD	0,001	0,005	0,147	0,104	0,052	0,066	0,013	0,028	0,011	0,045	0,002

Tabela D3 - Resultados dos coeficientes de desgaste para o modelo 3 e análise do $w_{c,méd}$ e $w_{c,ópt}$, para o conjunto B1, provetes B514-B537

Tensão Tangencial (Valores experimentais) (MPa)															
σ_n (MPa)	B514	B515	B516	B518	B519	B520	B523	B524	B526	B529	B530	B532	B535	B536	B537
0,4	0,253	0,197	0,249	0,435	0,399	0,282	0,542	0,389	0,411	0,161	0,401	0,286	0,435	0,356	0,261
0,8	0,409	0,496	0,496	0,695	0,598	0,463	0,739	0,603	0,753	0,329	0,571	0,495	0,704	0,555	0,461
1,6	0,829	0,793	0,891	0,989	1,182	0,959	0,893	1,096	1,089	0,672	0,856	1,182	1,448	0,885	0,911
3,2	1,735	1,546	1,615	2,331	2,058	1,782	2,631	1,684	2,158	1,310	2,276	2,099	2,695	1,944	1,720
Coeficientes de desgaste ($w_{c,i}$)															
σ_n (MPa)	B514	B515	B516	B518	B519	B520	B523	B524	B526	B529	B530	B532	B535	B536	B537
0,8	0,200	-0,259	0,002	0,224	0,280	0,191	0,367	0,259	0,095	-0,024	0,318	0,136	0,203	0,244	0,124
1,6	0,134	-0,011	0,037	0,363	0,140	0,078	0,552	0,130	0,243	-0,036	0,416	-0,063	0,090	0,301	0,067
3,2	0,019	-0,006	-0,003	0,058	0,012	0,007	0,108	0,001	0,029	-0,005	0,072	-0,011	0,008	0,046	0,005
$w_{c,méd}$	0,118	-0,092	0,012	0,215	0,144	0,092	0,342	0,130	0,122	-0,022	0,269	0,021	0,100	0,197	0,065
$w_{c,ópt}$	0,080	0,006	0,094	0,206	0,203	0,112	0,267	0,272	0,203	-0,011	0,187	0,035	0,121	0,193	0,092
Tensão Tangencial (Valores calculados: $w_{c,méd}$) (MPa)															
σ_n (MPa)	B514	B515	B516	B518	B519	B520	B523	B524	B526	B529	B530	B532	B535	B536	B537
0,4	0,253	0,197	0,249	0,435	0,399	0,282	0,542	0,389	0,411	0,161	0,401	0,286	0,435	0,356	0,261
0,8	0,476	0,412	0,494	0,777	0,741	0,539	0,898	0,727	0,773	0,325	0,694	0,566	0,826	0,642	0,506
1,6	0,870	0,882	0,979	1,313	1,326	1,005	1,366	1,315	1,407	0,661	1,123	1,114	1,530	1,102	0,962
3,2	1,566	1,908	1,938	2,154	2,328	1,851	1,982	2,338	2,520	1,347	1,750	2,188	2,797	1,839	1,816
SQD	0,035	0,146	0,112	0,143	0,114	0,013	0,670	0,491	0,232	0,002	0,362	0,018	0,032	0,065	0,014
Tensão Tangencial (Valores calculados: $w_{c,ópt}$) (MPa)															
σ_n (MPa)	B514	B515	B516	B518	B519	B520	B523	B524	B526	B529	B530	B532	B535	B536	B537
0,4	0,253	0,197	0,249	0,435	0,399	0,282	0,542	0,389	0,411	0,161	0,401	0,286	0,435	0,356	0,261
0,8	0,486	0,393	0,474	0,781	0,718	0,533	0,939	0,672	0,740	0,323	0,728	0,562	0,817	0,644	0,499
1,6	0,915	0,782	0,882	1,330	1,224	0,979	1,521	1,083	1,263	0,652	1,259	1,094	1,490	1,108	0,929
3,2	1,703	1,556	1,620	2,203	2,032	1,770	2,374	1,682	2,097	1,316	2,122	2,121	2,673	1,858	1,712
SQD	0,014	0,011	0,001	0,140	0,017	0,005	0,500	0,005	0,034	0,000	0,210	0,013	0,015	0,065	0,002

Tabela D4 - Resultados dos coeficientes de desgaste para o modelo 3 e análise do $w_{c,méd}$ e $w_{c,ópt}$, para o conjunto B2, provetes B517-544

Tensão Tangencial (Valores experimentais) (MPa)													
σ_n (MPa)	B517	B521	B522	B527	B531	B534	B538	B539	B540	B541	B542	B543	B544
0,4	0,238	0,410	0,649	0,460	0,378	0,537	0,193	0,422	0,362	0,475	0,513	0,272	0,522
0,8	0,577	0,759	0,937	0,514	0,635	0,861	0,538	0,785	0,595	0,801	0,822	0,544	0,752
1,6	1,014	1,355	1,638	1,292	1,268	1,600	1,015	1,478	1,153	1,402	1,457	1,039	1,320
3,2	1,908	2,356	2,958	2,227	2,525	2,691	1,710	2,811	2,025	2,362	2,841	1,983	2,451
Coeficientes de desgaste ($w_{c,i}$)													
σ_n (MPa)	B517	B521	B522	B527	B531	B534	B538	B539	B540	B541	B542	B543	B544
0,8	-0,212	0,080	0,321	0,499	0,167	0,222	-0,382	0,074	0,195	0,176	0,218	0,002	0,320
1,6	-0,060	0,074	0,243	0,166	0,106	0,127	-0,247	0,067	0,100	0,133	0,197	0,015	0,250
3,2	-0,011	-0,001	0,032	0,022	0,013	0,007	-0,033	0,004	0,006	0,006	0,025	-0,001	0,034
$w_{c,méd}$	-0,094	0,051	0,198	0,229	0,095	0,118	-0,221	0,048	0,100	0,105	0,147	0,005	0,201
$w_{c,ópt}$	-0,006	0,150	0,264	0,234	0,089	0,213	-0,065	0,087	0,165	0,216	0,177	0,043	0,252
Tensão Tangencial (Valores calculados: $w_{c,méd}$) (MPa)													
σ_n (MPa)	B517	B521	B522	B527	B531	B534	B538	B539	B540	B541	B542	B543	B544
0,4	0,238	0,410	0,649	0,460	0,378	0,537	0,193	0,422	0,362	0,475	0,513	0,272	0,522
0,8	0,499	0,799	1,169	0,814	0,720	1,011	0,428	0,824	0,688	0,900	0,951	0,544	0,939
1,6	1,069	1,537	2,003	1,361	1,338	1,845	1,003	1,588	1,275	1,662	1,698	1,083	1,605
3,2	2,317	2,938	3,341	2,203	2,458	3,317	2,405	3,043	2,330	3,025	2,972	2,156	2,669
SQD	0,177	0,374	0,334	0,095	0,017	0,475	0,496	0,068	0,117	0,516	0,091	0,032	0,164
Tensão Tangencial (Valores calculados: $w_{c,ópt}$) (MPa)													
σ_n (MPa)	B517	B521	B522	B527	B531	B534	B538	B539	B540	B541	B542	B543	B544
0,4	0,238	0,410	0,649	0,460	0,378	0,537	0,193	0,422	0,362	0,475	0,513	0,272	0,522
0,8	0,478	0,759	1,127	0,812	0,722	0,960	0,398	0,808	0,665	0,847	0,935	0,533	0,912
1,6	0,960	1,351	1,831	1,352	1,350	1,625	0,835	1,512	1,170	1,431	1,630	1,032	1,496
3,2	1,930	2,357	2,867	2,179	2,493	2,673	1,767	2,799	2,014	2,347	2,773	1,986	2,370
SQD	0,013	0,000	0,081	0,095	0,015	0,011	0,055	0,002	0,005	0,003	0,047	0,000	0,064

Tabela D5 - Resultados dos coeficientes de desgaste para o modelo 3 e análise do $w_{c,méd}$ e $w_{c,ópt}$, para o conjunto C, provetes C573-587

Tensão Tangencial (Valores experimentais) (MPa)															
σ_n (MPa)	C573	C574	C575	C576	C577	C578	C579	C580	C581	C582	C583	C584	C585	C586	C587
0,4	0,260	0,274	0,284	0,213	0,205	0,246	0,223	0,191	0,336	0,311	0,389	0,691	0,409	0,405	0,300
0,8	0,566	0,568	0,427	0,374	0,359	0,426	0,320	0,329	0,508	0,475	0,660	1,074	0,706	0,566	0,546
1,6	0,996	1,140	0,795	0,688	0,691	0,904	0,766	0,642	0,963	0,911	1,128	1,735	1,229	1,134	1,056
3,2	1,789	2,347	1,487	1,326	1,371	1,574	1,360	1,333	1,747	1,822	2,120	3,116	2,314	2,203	1,988
Coeficientes de desgaste ($w_{c,i}$)															
σ_n (MPa)	C573	C574	C575	C576	C577	C578	C579	C580	C581	C582	C583	C584	C585	C586	C587
0,8	-0,092	-0,036	0,275	0,128	0,129	0,141	0,300	0,144	0,272	0,255	0,166	0,258	0,149	0,333	0,095
1,6	-0,009	-0,015	0,193	0,119	0,101	0,008	0,053	0,118	0,172	0,186	0,175	0,245	0,156	0,204	0,061
3,2	-0,009	0,000	0,024	0,012	0,011	-0,006	0,003	0,016	0,019	0,025	0,018	0,030	0,016	0,029	0,004
$w_{c,méd}$	-0,037	-0,017	0,164	0,086	0,081	0,048	0,119	0,092	0,154	0,155	0,120	0,177	0,107	0,189	0,053
$w_{c,ópt}$	0,065	-0,033	0,201	0,120	0,087	0,100	0,125	0,071	0,203	0,152	0,181	0,268	0,164	0,187	0,089
Tensão Tangencial (Valores calculados: $w_{c,méd}$) (MPa)															
σ_n (MPa)	C573	C574	C575	C576	C577	C578	C579	C580	C581	C582	C583	C584	C585	C586	C587
0,4	0,260	0,274	0,284	0,213	0,205	0,246	0,223	0,191	0,336	0,311	0,389	0,691	0,409	0,405	0,300
0,8	0,529	0,553	0,521	0,407	0,393	0,481	0,419	0,365	0,621	0,573	0,731	1,260	0,774	0,734	0,585
1,6	1,087	1,120	0,918	0,763	0,739	0,927	0,764	0,680	1,102	1,016	1,333	2,196	1,427	1,267	1,123
3,2	2,244	2,273	1,581	1,412	1,376	1,777	1,373	1,252	1,916	1,765	2,393	3,735	2,592	2,133	2,143
SQD	0,216	0,006	0,033	0,014	0,003	0,045	0,010	0,009	0,060	0,024	0,121	0,630	0,121	0,051	0,030
Tensão Tangencial (Valores calculados: $w_{c,ópt}$) (MPa)															
σ_n (MPa)	C573	C574	C575	C576	C577	C578	C579	C580	C581	C582	C583	C584	C585	C586	C587
0,4	0,260	0,274	0,284	0,213	0,205	0,246	0,223	0,191	0,336	0,311	0,389	0,691	0,409	0,405	0,300
0,8	0,502	0,557	0,511	0,400	0,392	0,468	0,417	0,369	0,605	0,574	0,707	1,198	0,751	0,735	0,574
1,6	0,956	1,141	0,873	0,730	0,733	0,866	0,758	0,699	1,032	1,020	1,228	1,940	1,322	1,270	1,073
3,2	1,806	2,347	1,453	1,311	1,356	1,583	1,356	1,313	1,715	1,778	2,082	3,026	2,278	2,142	1,981
SQD	0,006	0,000	0,014	0,003	0,003	0,003	0,010	0,005	0,015	0,024	0,014	0,065	0,012	0,051	0,001

Tabela D6 - Resultados dos coeficientes de desgaste para o modelo 3 e análise do $w_{c,méd}$ e $w_{c,ópt}$, para o conjunto C, provetes C588-C594

Tensão Tangencial (Valores experimentais) (MPa)							
σ_n (MPa)	C588	C589	C590	C591	C592	C593	C594
0,4	0,312	0,266	0,200	0,198	0,202	0,263	0,210
0,8	0,512	0,560	0,403	0,361	0,239	0,366	0,285
1,6	0,980	1,054	0,757	0,696	0,831	0,906	0,574
3,2	1,894	2,056	1,545	1,503	1,591	1,708	1,449
Coeficientes de desgaste ($w_{c,i}$)							
σ_n (MPa)	C588	C589	C590	C591	C592	C593	C594
0,8	0,192	-0,052	-0,009	0,090	0,411	0,319	0,335
1,6	0,137	-0,001	0,039	0,103	-0,034	0,071	0,280
3,2	0,016	-0,002	0,004	0,015	0,000	0,009	0,046
$w_{c,méd}$	0,115	-0,018	0,012	0,069	0,126	0,133	0,220
$w_{c,ópt}$	0,134	0,016	0,018	0,032	0,008	0,099	0,089
Tensão Tangencial (Valores calculados: $w_{c,méd}$) (MPa)							
σ_n (MPa)	C588	C589	C590	C591	C592	C593	C594
0,4	0,312	0,266	0,200	0,198	0,202	0,263	0,210
0,8	0,589	0,538	0,397	0,383	0,379	0,490	0,374
1,6	1,078	1,090	0,787	0,726	0,688	0,885	0,629
3,2	1,944	2,216	1,558	1,366	1,228	1,570	1,027
SQD	0,018	0,027	0,001	0,020	0,171	0,035	0,189
Tensão Tangencial (Valores calculados: $w_{c,ópt}$) (MPa)							
σ_n (MPa)	C588	C589	C590	C591	C592	C593	C594
0,4	0,312	0,266	0,200	0,198	0,202	0,263	0,210
0,8	0,583	0,529	0,396	0,390	0,403	0,499	0,401
1,6	1,052	1,045	0,781	0,762	0,801	0,925	0,750
3,2	1,864	2,060	1,538	1,481	1,590	1,693	1,385
SQD	0,011	0,001	0,001	0,006	0,028	0,018	0,048

Tabela D7 - Resultados dos coeficientes de desgaste para o modelo 3 e análise do $w_{c,méd}$ e $w_{c,ópt}$, para o conjunto D, provetes D300-390

Tensão Tangencial (Valores experimentais) (MPa)															
σ_n (MPa)	D300	D301	D302	D303	D304	D305	D306	D307	D308	D309	D335	D336	D337	D389	D390
0,4	0,394	0,520	0,513	0,488	0,487	0,425	0,583	0,406	0,308	0,377	0,460	0,522	0,417	0,405	0,450
0,8	0,702	0,796	0,834	0,771	0,847	0,988	1,163	0,598	0,585	0,597	0,815	0,805	0,877	0,679	0,664
1,6	1,272	1,346	1,588	1,306	1,331	1,821	2,072	1,240	0,911	1,073	1,481	1,531	1,415	1,387	1,259
3,2	2,384	2,624	3,118	2,273	3,240	3,377	3,964	2,085	1,785	2,059	2,781	2,683	2,757	2,475	2,460
Coeficientes de desgaste ($w_{c,i}$)															
σ_n (MPa)	D300	D301	D302	D303	D304	D305	D306	D307	D308	D309	D335	D336	D337	D389	D390
0,8	0,117	0,263	0,201	0,240	0,138	-0,162	0,002	0,293	0,056	0,230	0,122	0,255	-0,054	0,171	0,288
1,6	0,112	0,250	0,149	0,200	0,273	-0,069	0,060	0,110	0,177	0,193	0,114	0,148	0,094	0,059	0,206
3,2	0,009	0,034	0,018	0,020	0,041	-0,012	0,003	0,006	0,018	0,024	0,010	0,013	0,006	0,002	0,028
$w_{c,méd}$	0,079	0,182	0,123	0,153	0,150	-0,081	0,021	0,137	0,084	0,149	0,082	0,139	0,015	0,077	0,174
$w_{c,ópt}$	0,132	0,221	0,134	0,250	0,103	-0,002	0,076	0,202	0,155	0,183	0,132	0,205	0,091	0,124	0,184
Tensão Tangencial (Valores calculados: $w_{c,méd}$) (MPa)															
σ_n (MPa)	D300	D301	D302	D303	D304	D305	D306	D307	D308	D309	D335	D336	D337	D389	D390
0,4	0,394	0,520	0,513	0,488	0,487	0,425	0,583	0,406	0,308	0,377	0,460	0,522	0,417	0,405	0,450
0,8	0,757	0,945	0,963	0,902	0,900	0,885	1,153	0,756	0,591	0,698	0,883	0,971	0,828	0,778	0,821
1,6	1,425	1,640	1,753	1,601	1,603	1,878	2,269	1,361	1,108	1,245	1,658	1,746	1,636	1,467	1,435
3,2	2,656	2,777	3,138	2,787	2,798	4,026	4,453	2,406	2,057	2,176	3,081	3,079	3,228	2,738	2,448
SQD	0,100	0,132	0,044	0,368	0,273	0,435	0,278	0,143	0,113	0,054	0,126	0,231	0,274	0,086	0,056
Tensão Tangencial (Valores calculados: $w_{c,ópt}$) (MPa)															
σ_n (MPa)	D300	D301	D302	D303	D304	D305	D306	D307	D308	D309	D335	D336	D337	D389	D390
0,4	0,394	0,520	0,513	0,488	0,487	0,425	0,583	0,406	0,308	0,377	0,460	0,522	0,417	0,405	0,450
0,8	0,737	0,925	0,957	0,854	0,924	0,851	1,121	0,730	0,569	0,685	0,859	0,937	0,796	0,759	0,816
1,6	1,331	1,555	1,728	1,404	1,707	1,706	2,116	1,247	1,009	1,189	1,552	1,598	1,486	1,381	1,415
3,2	2,362	2,537	3,062	2,229	3,114	3,419	3,953	2,072	1,753	2,011	2,755	2,648	2,740	2,471	2,393
SQD	0,005	0,068	0,038	0,018	0,163	0,034	0,004	0,018	0,011	0,024	0,008	0,023	0,012	0,006	0,052

Tabela D8 - Resultados dos coeficientes de desgaste para o modelo 3 e análise do $w_{c,méd}$ e $w_{c,ópt}$, para o conjunto D, provetes D391-D395

Tensão Tangencial (Valores experimentais) (MPa)					
σ_n (MPa)	D391	D392	D393	D394	D395
0,4	0,374	0,362	0,589	0,280	0,372
0,8	0,643	0,766	1,004	0,483	0,698
1,6	0,981	1,567	1,683	1,015	1,325
3,2	2,155	2,981	3,206	1,830	2,504
Coeficientes de desgaste ($w_{c,i}$)					
σ_n (MPa)	D391	D392	D393	D394	D395
0,8	0,152	-0,058	0,163	0,145	0,065
1,6	0,272	-0,067	0,189	0,028	0,054
3,2	0,039	-0,009	0,021	-0,001	0,003
$w_{c,méd}$	0,154	-0,045	0,124	0,057	0,040
$w_{c,ópt}$	0,166	-0,018	0,183	0,093	0,081
Tensão Tangencial (Valores calculados: $w_{c,méd}$) (MPa)					
σ_n (MPa)	D391	D392	D393	D394	D395
0,4	0,374	0,362	0,589	0,280	0,372
0,8	0,690	0,740	1,105	0,545	0,729
1,6	1,225	1,530	2,009	1,043	1,414
3,2	2,129	3,182	3,593	1,983	2,729
SQD	0,062	0,043	0,266	0,028	0,059
Tensão Tangencial (Valores calculados: $w_{c,ópt}$) (MPa)					
σ_n (MPa)	D391	D392	D393	D394	D395
0,4	0,374	0,362	0,589	0,280	0,372
0,8	0,686	0,730	1,071	0,535	0,714
1,6	1,206	1,481	1,857	0,996	1,342
3,2	2,075	3,008	3,140	1,833	2,498
SQD	0,059	0,010	0,039	0,003	0,001

Tabela D9 - Resultados dos coeficientes de desgaste para o modelo 3 e análise do $w_{c,méd}$ e $w_{c,ópt}$, para o conjunto E, provetes E595-622

Tensão Tangencial (Valores experimentais) (MPa)														
σ_n (MPa)	E595	E596	E597	E598	E599	E600	E601	E602	E603	E604	E605	E607	E608	E622
0,4	0,413	0,494	0,427	0,354	0,324	0,543	0,374	0,498	0,503	0,493	0,530	0,602	0,415	0,434
0,8	0,756	0,608	0,663	0,688	0,579	0,795	0,774	0,748	0,899	0,773	0,936	0,921	0,709	0,631
1,6	1,402	0,806	1,256	1,289	1,006	1,383	1,444	1,417	1,591	1,432	1,704	1,584	1,088	1,143
3,2	2,462	1,103	2,342	2,394	1,993	2,013	2,711	2,861	2,989	2,632	3,060	2,850	1,635	2,133
Coeficientes de desgaste ($w_{c,i}$)														
σ_n (MPa)	E595	E596	E597	E598	E599	E600	E601	E602	E603	E604	E605	E607	E608	E622
0,8	0,090	0,539	0,246	0,028	0,114	0,323	-0,035	0,271	0,114	0,239	0,126	0,268	0,172	0,309
1,6	0,061	0,363	0,165	0,035	0,151	0,173	0,003	0,206	0,124	0,168	0,101	0,219	0,167	0,228
3,2	-0,001	0,061	0,019	-0,001	0,017	0,005	-0,004	0,029	0,011	0,018	0,006	0,026	0,001	0,030
$w_{c,méd}$	0,050	0,321	0,143	0,021	0,094	0,167	-0,012	0,169	0,083	0,142	0,077	0,171	0,113	0,189
$w_{c,ópt}$	0,134	0,573	0,179	0,077	0,128	0,339	0,045	0,163	0,140	0,190	0,150	0,245	0,312	0,231
Tensão Tangencial (Valores calculados: $w_{c,méd}$) (MPa)														
σ_n (MPa)	E595	E596	E597	E598	E599	E600	E601	E602	E603	E604	E605	E607	E608	E622
0,4	0,413	0,494	0,427	0,354	0,324	0,543	0,374	0,498	0,503	0,493	0,530	0,602	0,415	0,434
0,8	0,805	0,830	0,793	0,700	0,618	0,996	0,753	0,913	0,964	0,916	1,018	1,101	0,782	0,786
1,6	1,551	1,285	1,421	1,378	1,150	1,750	1,520	1,601	1,809	1,643	1,920	1,929	1,434	1,356
3,2	2,967	1,904	2,496	2,707	2,115	3,007	3,072	2,746	3,360	2,889	3,584	3,303	2,591	2,281
SQD	0,279	0,919	0,067	0,106	0,037	1,163	0,137	0,074	0,189	0,131	0,328	0,356	1,039	0,092
Tensão Tangencial (Valores calculados: $w_{c,ópt}$) (MPa)														
σ_n (MPa)	E595	E596	E597	E598	E599	E600	E601	E602	E603	E604	E605	E607	E608	E622
0,4	0,413	0,494	0,427	0,354	0,324	0,543	0,374	0,498	0,503	0,493	0,530	0,602	0,415	0,434
0,8	0,771	0,705	0,778	0,680	0,607	0,902	0,732	0,915	0,935	0,892	0,979	1,057	0,700	0,768
1,6	1,391	0,885	1,354	1,283	1,100	1,377	1,416	1,613	1,678	1,538	1,744	1,743	1,093	1,281
3,2	2,465	1,039	2,299	2,396	1,960	2,004	2,722	2,781	2,957	2,585	3,043	2,779	1,634	2,071
SQD	0,000	0,020	0,025	0,000	0,011	0,012	0,003	0,073	0,010	0,028	0,004	0,049	0,000	0,042

Tabela D10 - Resultados dos coeficientes de desgaste para o modelo 3 e análise do $w_{c,méd}$ e $w_{c,ópt}$, para o conjunto E, provetes E623-E625

Tensão Tangencial (Valores experimentais) (MPa)			
σ_n (MPa)	E623	E624	E625
0,4	0,543	0,344	0,403
0,8	0,820	0,575	0,598
1,6	1,471	1,024	1,175
3,2	2,528	2,457	2,410
Coeficientes de desgaste ($w_{c,i}$)			
σ_n (MPa)	E623	E624	E625
0,8	0,279	0,171	0,277
1,6	0,189	0,224	0,196
3,2	0,019	0,034	0,028
$w_{c,méd}$	0,162	0,143	0,167
$w_{c,ópt}$	0,249	0,068	0,145
Tensão Tangencial (Valores calculados: $w_{c,méd}$) (MPa)			
σ_n (MPa)	E623	E624	E625
0,4	0,543	0,344	0,403
0,8	0,997	0,639	0,738
1,6	1,760	1,145	1,297
3,2	3,037	2,012	2,229
SQD	0,374	0,217	0,068
Tensão Tangencial (Valores calculados: $w_{c,ópt}$) (MPa)			
σ_n (MPa)	E623	E624	E625
0,4	0,543	0,344	0,403
0,8	0,950	0,665	0,747
1,6	1,562	1,263	1,337
3,2	2,482	2,376	2,345
SQD	0,027	0,072	0,053

Tabela D11 - Resultados dos coeficientes de desgaste para o modelo 3 e análise do $w_{c,méd}$ e $w_{c,ópt}$, para o conjunto F1, provetes F21-F35

Tensão Tangencial (Valores experimentais) (MPa)															
σ_n (MPa)	F21	F22	F23	F24	F25	F26	F27	F28	F29	F30	F31	F32	F33	F34	F35
0,4	0,394	0,276	0,295	0,390	0,500	0,543	0,486	0,298	0,646	0,474	0,407	0,384	0,350	0,510	0,324
0,8	0,685	0,538	0,722	0,815	1,129	1,034	0,743	0,469	0,871	0,783	0,783	0,689	0,740	0,884	0,628
1,6	1,216	0,785	1,106	1,417	1,869	1,751	1,327	1,068	1,721	1,723	1,347	1,270	1,342	1,480	1,154
3,2	2,283	1,637	2,445	2,814	2,811	3,182	2,584	2,178	3,113	3,240	2,545	2,442	2,712	2,911	2,285
Coeficientes de desgaste ($w_{c,i}$)															
σ_n (MPa)	F21	F22	F23	F24	F25	F26	F27	F28	F29	F30	F31	F32	F33	F34	F35
0,8	0,142	0,029	-0,222	-0,047	-0,140	0,052	0,262	0,219	0,371	0,180	0,041	0,107	-0,057	0,145	0,032
1,6	0,140	0,216	0,071	0,057	-0,054	0,104	0,220	0,073	0,212	0,039	0,100	0,104	0,030	0,188	0,068
3,2	0,013	0,026	0,008	0,004	-0,030	0,005	0,029	0,011	0,028	0,003	0,007	0,010	0,002	0,022	0,006
$w_{c,méd}$	0,098	0,090	-0,048	0,005	-0,075	0,054	0,170	0,101	0,204	0,074	0,049	0,074	-0,008	0,118	0,035
$w_{c,ópt}$	0,153	0,148	-0,013	0,049	0,146	0,144	0,197	0,048	0,239	0,074	0,116	0,109	0,016	0,163	0,061
Tensão Tangencial (Valores calculados: $w_{c,méd}$) (MPa)															
σ_n (MPa)	F21	F22	F23	F24	F25	F26	F27	F28	F29	F30	F31	F32	F33	F34	F35
0,4	0,394	0,276	0,295	0,390	0,500	0,543	0,486	0,298	0,646	0,474	0,407	0,384	0,350	0,510	0,324
0,8	0,750	0,528	0,604	0,777	1,037	1,057	0,890	0,567	1,161	0,913	0,795	0,739	0,703	0,959	0,636
1,6	1,391	0,985	1,251	1,549	2,191	2,031	1,559	1,049	1,981	1,725	1,531	1,397	1,415	1,752	1,239
3,2	2,548	1,818	2,608	3,086	4,673	3,873	2,669	1,915	3,286	3,230	2,932	2,617	2,851	3,151	2,401
SQD	0,105	0,073	0,061	0,093	3,577	0,556	0,083	0,079	0,181	0,017	0,184	0,049	0,026	0,137	0,021
Tensão Tangencial (Valores calculados: $w_{c,ópt}$) (MPa)															
σ_n (MPa)	F21	F22	F23	F24	F25	F26	F27	F28	F29	F30	F31	F32	F33	F34	F35
0,4	0,394	0,276	0,295	0,390	0,500	0,543	0,486	0,298	0,646	0,474	0,407	0,384	0,350	0,510	0,324
0,8	0,729	0,512	0,594	0,760	0,926	1,008	0,877	0,583	1,138	0,913	0,767	0,725	0,695	0,937	0,628
1,6	1,294	0,913	1,199	1,464	1,655	1,804	1,504	1,124	1,887	1,725	1,403	1,334	1,372	1,652	1,199
3,2	2,253	1,596	2,425	2,803	2,899	3,166	2,510	2,154	3,028	3,231	2,528	2,418	2,705	2,849	2,272
SQD	0,009	0,019	0,025	0,005	0,095	0,004	0,055	0,017	0,106	0,017	0,004	0,006	0,003	0,036	0,002

Tabela D12 - Resultados dos coeficientes de desgaste para o modelo 3 e análise do $w_{c,méd}$ e $w_{c,ópt}$, para o conjunto F1, provetes F36-206

Tensão Tangencial (Valores experimentais) (MPa)										
σ_n (MPa)	F36	F37	F38	F39	F116	F117	F118	F204	F205	F206
0,4	0,457	0,356	0,317	0,380	0,368	0,343	0,389	0,586	0,440	0,462
0,8	0,670	0,712	0,612	0,678	0,559	0,576	0,671	0,985	0,801	0,828
1,6	1,454	1,453	1,179	1,344	1,060	1,013	1,196	1,814	1,495	1,453
3,2	2,816	2,928	2,348	2,774	1,947	1,780	1,716	3,138	2,738	2,595
Coeficientes de desgaste ($w_{c,i}$)										
σ_n (MPa)	F36	F37	F38	F39	F116	F117	F118	F204	F205	F206
0,8	0,285	0,000	0,034	0,111	0,267	0,177	0,157	0,175	0,096	0,114
1,6	0,129	-0,010	0,043	0,086	0,173	0,145	0,055	0,112	0,074	0,113
3,2	0,017	0,000	0,004	0,011	0,020	0,011	-0,018	0,006	0,003	0,006
$w_{c,méd}$	0,143	-0,003	0,027	0,069	0,153	0,111	0,065	0,097	0,058	0,078
$w_{c,ópt}$	0,127	-0,013	0,038	0,048	0,195	0,199	0,256	0,183	0,117	0,163
Tensão Tangencial (Valores calculados: $w_{c,méd}$) (MPa)										
σ_n (MPa)	F36	F37	F38	F39	F116	F117	F118	F204	F205	F206
0,4	0,457	0,356	0,317	0,380	0,368	0,343	0,389	0,586	0,440	0,462
0,8	0,848	0,714	0,625	0,734	0,680	0,647	0,753	1,114	0,855	0,889
1,6	1,519	1,431	1,225	1,393	1,208	1,189	1,434	2,068	1,637	1,675
3,2	2,668	2,870	2,391	2,619	2,102	2,152	2,707	3,790	3,110	3,125
SQD	0,058	0,004	0,004	0,030	0,061	0,174	1,045	0,506	0,162	0,333
Tensão Tangencial (Valores calculados: $w_{c,ópt}$) (MPa)										
σ_n (MPa)	F36	F37	F38	F39	F116	F117	F118	F204	F205	F206
0,4	0,457	0,356	0,317	0,380	0,368	0,343	0,389	0,586	0,440	0,462
0,8	0,856	0,717	0,622	0,742	0,665	0,617	0,678	1,064	0,829	0,849
1,6	1,553	1,448	1,209	1,431	1,142	1,057	1,108	1,845	1,516	1,496
3,2	2,770	2,929	2,338	2,743	1,909	1,761	1,748	3,120	2,729	2,579
SQD	0,046	0,000	0,001	0,013	0,019	0,004	0,009	0,007	0,001	0,003

Tabela D13 - Resultados dos coeficientes de desgaste para o modelo 3 e análise do $w_{c,méd}$ e $w_{c,ópt}$, para o conjunto F2, provetes F113-F115

Tensão Tangencial (Valores experimentais) (MPa)			
σ_n (MPa)	F113	F114	F115
0,4	0,425	0,336	0,321
0,8	0,589	0,421	0,532
1,6	1,170	1,074	1,321
3,2	2,088	1,986	2,462
Coeficientes de desgaste ($w_{c,i}$)			
σ_n (MPa)	F113	F114	F115
0,8	0,346	0,403	0,173
1,6	0,190	0,112	-0,043
3,2	0,023	0,015	-0,005
$w_{c,méd}$	0,186	0,177	0,041
$w_{c,ópt}$	0,228	0,145	0,017
Tensão Tangencial (Valores calculados: $w_{c,méd}$) (MPa)			
σ_n (MPa)	F113	F114	F115
0,4	0,425	0,336	0,321
0,8	0,771	0,613	0,628
1,6	1,333	1,069	1,218
3,2	2,249	1,820	2,347
SQD	0,085	0,065	0,033
Tensão Tangencial (Valores calculados: $w_{c,ópt}$) (MPa)			
σ_n (MPa)	F113	F114	F115
0,4	0,425	0,336	0,321
0,8	0,753	0,624	0,636
1,6	1,259	1,115	1,256
3,2	2,041	1,957	2,475
SQD	0,037	0,044	0,015

Tabela D14 - Resultados dos coeficientes de desgaste para o modelo 3 e análise do $w_{c,méd}$ e $w_{c,ópt}$, para o conjunto G, provetes G51-G61

Tensão Tangencial (Valores experimentais) (MPa)											
σ_n (MPa)	G51	G52	G53	G54	G55	G56	G57	G58	G59	G60	G61
0,4	0,548	0,334	0,349	0,494	0,388	0,514	0,435	0,270	0,463	0,379	0,241
0,8	0,874	0,666	0,696	0,802	0,620	0,770	0,736	0,475	0,804	0,628	0,717
1,6	1,262	1,322	1,172	1,305	1,094	1,521	1,383	0,873	1,490	1,143	1,256
3,2	2,251	2,172	2,491	2,459	1,989	2,646	2,163	1,626	2,644	2,156	2,365
Coeficientes de desgaste ($w_{c,i}$)											
σ_n (MPa)	G51	G52	G53	G54	G55	G56	G57	G58	G59	G60	G61
0,8	0,240	0,002	0,003	0,213	0,223	0,279	0,172	0,127	0,142	0,186	-0,463
1,6	0,291	-0,062	0,124	0,231	0,182	0,140	0,063	0,108	0,097	0,153	-0,194
3,2	0,037	-0,019	0,015	0,028	0,019	0,012	-0,008	0,009	0,005	0,016	-0,022
$w_{c,méd}$	0,189	-0,026	0,047	0,157	0,142	0,144	0,076	0,081	0,081	0,118	-0,226
$w_{c,ópt}$	0,309	0,086	0,060	0,225	0,208	0,204	0,210	0,133	0,155	0,162	-0,109
Tensão Tangencial (Valores calculados: $w_{c,méd}$) (MPa)											
σ_n (MPa)	G51	G52	G53	G54	G55	G56	G57	G58	G59	G60	G61
0,4	0,548	0,334	0,349	0,494	0,388	0,514	0,435	0,270	0,463	0,379	0,241
0,8	0,992	0,676	0,681	0,911	0,721	0,954	0,837	0,517	0,888	0,712	0,536
1,6	1,713	1,379	1,315	1,613	1,292	1,707	1,581	0,972	1,670	1,301	1,261
3,2	2,881	2,821	2,521	2,796	2,273	2,997	2,955	1,808	3,107	2,339	3,037
SQD	0,614	0,426	0,021	0,221	0,130	0,192	0,676	0,045	0,254	0,066	0,486
Tensão Tangencial (Valores calculados: $w_{c,ópt}$) (MPa)											
σ_n (MPa)	G51	G52	G53	G54	G55	G56	G57	G58	G59	G60	G61
0,4	0,548	0,334	0,349	0,494	0,388	0,514	0,435	0,270	0,463	0,379	0,241
0,8	0,926	0,638	0,677	0,878	0,695	0,923	0,779	0,503	0,854	0,696	0,508
1,6	1,449	1,196	1,294	1,471	1,181	1,575	1,322	0,909	1,515	1,229	1,101
3,2	2,171	2,214	2,454	2,392	1,952	2,613	2,182	1,612	2,632	2,121	2,417
SQD	0,044	0,019	0,016	0,038	0,015	0,027	0,006	0,002	0,003	0,013	0,070

Tabela D15 - Resultados dos coeficientes de desgaste para o modelo 3 e análise do $w_{c,méd}$ e $w_{c,ópt}$, para o conjunto H, provetes H62-H76

Tensão Tangencial (Valores experimentais) (MPa)															
σ_n (MPa)	H62	H63	H64	H65	H66	H67	H68	H69	H70	H71	H72	H73	H74	H75	H76
0,4	0,322	0,367	0,355	0,396	0,580	0,338	0,469	0,393	0,383	0,410	0,339	0,353	0,392	0,358	0,461
0,8	0,711	0,626	0,665	0,764	0,985	0,478	0,688	0,630	0,667	0,713	0,435	0,562	0,838	0,650	0,773
1,6	1,275	1,103	1,025	1,207	1,706	0,889	1,089	1,205	1,196	1,268	0,767	1,144	1,567	1,110	1,181
3,2	2,299	1,783	1,932	2,364	2,928	1,524	1,984	2,185	2,058	1,825	1,652	2,192	2,660	2,193	2,361
Coeficientes de desgaste ($w_{c,i}$)															
σ_n (MPa)	H62	H63	H64	H65	H66	H67	H68	H69	H70	H71	H72	H73	H74	H75	H76
0,8	-0,107	0,164	0,068	0,037	0,170	0,339	0,315	0,216	0,142	0,150	0,407	0,219	-0,071	0,099	0,181
1,6	-0,028	0,109	0,180	0,159	0,141	0,205	0,292	0,131	0,106	0,053	0,344	0,116	-0,055	0,151	0,263
3,2	-0,011	0,000	0,017	0,015	0,008	0,023	0,041	0,012	0,004	-0,018	0,060	0,013	-0,017	0,016	0,035
$w_{c,méd}$	-0,048	0,091	0,088	0,071	0,106	0,189	0,216	0,120	0,084	0,062	0,270	0,116	-0,048	0,089	0,160
$w_{c,ópt}$	0,048	0,223	0,181	0,140	0,211	0,265	0,299	0,170	0,182	0,253	0,246	0,123	0,069	0,130	0,215
Tensão Tangencial (Valores calculados: $w_{c,méd}$) (MPa)															
σ_n (MPa)	H62	H63	H64	H65	H66	H67	H68	H69	H70	H71	H72	H73	H74	H75	H76
0,4	0,322	0,367	0,355	0,396	0,580	0,338	0,469	0,393	0,383	0,410	0,339	0,353	0,392	0,358	0,461
0,8	0,659	0,700	0,678	0,764	1,099	0,613	0,838	0,738	0,734	0,795	0,586	0,666	0,803	0,685	0,849
1,6	1,367	1,306	1,268	1,448	2,026	1,057	1,415	1,346	1,377	1,518	0,946	1,218	1,664	1,279	1,500
3,2	2,851	2,408	2,343	2,720	3,682	1,779	2,320	2,417	2,556	2,874	1,472	2,195	3,467	2,363	2,594
SQD	0,315	0,438	0,228	0,185	0,683	0,112	0,242	0,086	0,285	1,172	0,087	0,016	0,662	0,059	0,161
Tensão Tangencial (Valores calculados: $w_{c,ópt}$) (MPa)															
σ_n (MPa)	H62	H63	H64	H65	H66	H67	H68	H69	H70	H71	H72	H73	H74	H75	H76
0,4	0,322	0,367	0,355	0,396	0,580	0,338	0,469	0,393	0,383	0,410	0,339	0,353	0,392	0,358	0,461
0,8	0,628	0,652	0,645	0,736	1,039	0,587	0,798	0,719	0,697	0,717	0,594	0,664	0,757	0,670	0,823
1,6	1,212	1,095	1,121	1,322	1,762	0,952	1,260	1,260	1,210	1,175	0,979	1,208	1,438	1,213	1,391
3,2	2,324	1,783	1,900	2,328	2,904	1,489	1,906	2,159	2,051	1,859	1,559	2,163	2,705	2,158	2,282
SQD	0,011	0,001	0,011	0,015	0,007	0,017	0,048	0,012	0,001	0,010	0,078	0,015	0,025	0,012	0,053

Tabela D16 - Resultados dos coeficientes de desgaste para o modelo 3 e análise do $w_{c,méd}$ e $w_{c,ópt}$, para o conjunto I, provetes I254-I267

Tensão Tangencial (Valores experimentais) (MPa)													
σ_n (MPa)	I255	I256	I257	I258	I259	I260	I261	I262	I263	I264	I265	I266	I267
0,4	0,354	0,233	0,304	0,363	0,347	0,191	0,377	0,434	0,363	0,192	0,347	0,381	0,367
0,8	0,638	0,359	0,642	0,573	0,514	0,397	0,592	0,624	0,646	0,345	0,634	0,632	0,727
1,6	1,115	0,976	1,138	1,188	0,754	1,001	1,163	0,959	1,035	0,768	1,323	1,046	1,175
3,2	2,431	2,125	2,580	2,342	1,456	1,954	2,636	2,118	2,500	1,503	2,299	2,149	1,978
Coeficientes de desgaste ($w_{c,i}$)													
σ_n (MPa)	I255	I256	I257	I258	I259	I260	I261	I262	I263	I264	I265	I266	I267
0,8	0,104	0,223	-0,054	0,224	0,307	-0,036	0,224	0,320	0,115	0,101	0,091	0,187	0,010
1,6	0,169	-0,002	0,079	0,118	0,342	-0,184	0,190	0,363	0,249	-0,008	-0,016	0,230	0,085
3,2	0,023	0,007	0,012	0,015	0,054	-0,015	0,029	0,061	0,037	0,000	-0,009	0,031	-0,004
$w_{c,méd}$	0,098	0,076	0,012	0,119	0,234	-0,078	0,148	0,248	0,134	0,031	0,022	0,149	0,030
$w_{c,ópt}$	0,081	-0,059	-0,022	0,106	0,308	-0,126	0,076	0,246	0,086	0,010	0,083	0,172	0,177
Tensão Tangencial (Valores calculados: $w_{c,méd}$) (MPa)													
σ_n (MPa)	I255	I256	I257	I258	I259	I260	I261	I262	I263	I264	I265	I266	I267
0,4	0,354	0,233	0,304	0,363	0,347	0,191	0,377	0,434	0,363	0,192	0,347	0,381	0,367
0,8	0,674	0,448	0,605	0,684	0,613	0,397	0,699	0,760	0,678	0,378	0,687	0,705	0,723
1,6	1,250	0,846	1,199	1,248	1,021	0,842	1,247	1,250	1,223	0,738	1,351	1,256	1,413
3,2	2,288	1,582	2,372	2,242	1,644	1,801	2,182	1,988	2,168	1,437	2,651	2,194	2,752
SQD	0,040	0,320	0,048	0,026	0,117	0,049	0,224	0,120	0,147	0,006	0,127	0,051	0,656
Tensão Tangencial (Valores calculados: $w_{c,ópt}$) (MPa)													
σ_n (MPa)	I255	I256	I257	I258	I259	I260	I261	I262	I263	I264	I265	I266	I267
0,4	0,354	0,233	0,304	0,363	0,347	0,191	0,377	0,434	0,363	0,192	0,347	0,381	0,367
0,8	0,680	0,480	0,615	0,688	0,588	0,406	0,726	0,760	0,695	0,382	0,665	0,696	0,669
1,6	1,278	1,003	1,251	1,269	0,921	0,891	1,371	1,253	1,302	0,758	1,249	1,219	1,167
3,2	2,377	2,111	2,549	2,307	1,382	1,982	2,562	1,996	2,412	1,504	2,320	2,084	1,985
SQD	0,031	0,016	0,014	0,021	0,039	0,013	0,067	0,120	0,082	0,001	0,007	0,038	0,004

Tabela D17 - Resultados dos coeficientes de desgaste para o modelo 3 e análise do $w_{c,méd}$ e $w_{c,ópt}$, para o conjunto I, provetes I269-I271

Tensão Tangencial (Valores experimentais) (MPa)			
σ_n (MPa)	I269	I270	I271
0,4	0,361	0,568	0,281
0,8	0,498	0,813	0,544
1,6	1,109	1,659	0,902
3,2	2,026	2,549	1,640
Coeficientes de desgaste ($w_{c,i}$)			
σ_n (MPa)	I269	I270	I271
0,8	0,337	0,326	0,034
1,6	0,131	0,108	0,107
3,2	0,015	0,000	0,005
$w_{c,méd}$	0,161	0,145	0,049
$w_{c,ópt}$	0,167	0,257	0,146
Tensão Tangencial (Valores calculados: $w_{c,méd}$) (MPa)			
σ_n (MPa)	I269	I270	I271
0,4	0,361	0,568	0,281
0,8	0,663	1,053	0,549
1,6	1,170	1,884	1,057
3,2	2,022	3,305	2,026
SQD	0,031	0,678	0,173
Tensão Tangencial (Valores calculados: $w_{c,ópt}$) (MPa)			
σ_n (MPa)	I269	I270	I271
0,4	0,361	0,568	0,281
0,8	0,661	0,990	0,521
1,6	1,161	1,617	0,931
3,2	1,995	2,549	1,632
SQD	0,030	0,033	0,001

Tabela D18 - Resultados dos coeficientes de desgaste para o modelo 3 e análise do $w_{c,méd}$ e $w_{c,opt}$, para o conjunto J, provetes J626-J640

Tensão Tangencial (Valores experimentais) (MPa)															
σ_n (MPa)	J626	J627	J628	J629	J630	J631	J632	J633	J634	J635	J636	J637	J638	J639	J640
0,4	0,287	0,329	0,435	0,575	0,378	0,274	0,369	0,151	0,339	0,292	0,390	0,422	0,268	0,228	0,224
0,8	0,451	0,532	0,622	0,755	0,560	0,463	0,515	0,321	0,565	0,707	0,617	0,628	0,465	0,400	0,369
1,6	0,851	1,006	1,061	1,176	0,990	0,748	0,911	0,595	1,064	1,161	1,304	1,272	0,861	0,668	0,685
3,2	1,575	1,716	1,864	2,092	2,269	1,441	1,748	1,114	1,949	2,160	2,265	2,202	1,726	1,379	1,297
Coeficientes de desgaste ($w_{c,i}$)															
σ_n (MPa)	J626	J627	J628	J629	J630	J631	J632	J633	J634	J635	J636	J637	J638	J639	J640
0,8	0,233	0,213	0,334	0,421	0,279	0,172	0,345	-0,064	0,180	-0,215	0,225	0,284	0,139	0,131	0,194
1,6	0,156	0,115	0,254	0,350	0,282	0,217	0,271	-0,012	0,121	-0,020	0,065	0,128	0,133	0,195	0,147
3,2	0,017	0,006	0,033	0,059	0,044	0,026	0,040	-0,006	0,010	-0,009	0,002	0,011	0,016	0,025	0,016
$w_{c,méd}$	0,135	0,111	0,207	0,277	0,202	0,138	0,219	-0,028	0,104	-0,082	0,097	0,141	0,096	0,117	0,119
$w_{c,opt}$	0,177	0,195	0,290	0,369	0,150	0,199	0,250	0,035	0,154	0,032	0,146	0,197	0,107	0,138	0,155
Tensão Tangencial (Valores calculados: $w_{c,méd}$) (MPa)															
σ_n (MPa)	J626	J627	J628	J629	J630	J631	J632	J633	J634	J635	J636	J637	J638	J639	J640
0,4	0,287	0,329	0,435	0,575	0,378	0,274	0,369	0,151	0,339	0,292	0,390	0,422	0,268	0,228	0,224
0,8	0,534	0,621	0,780	0,991	0,679	0,509	0,657	0,306	0,642	0,607	0,742	0,784	0,510	0,429	0,422
1,6	0,963	1,141	1,328	1,593	1,160	0,916	1,107	0,625	1,186	1,289	1,377	1,407	0,948	0,785	0,771
3,2	1,703	2,065	2,196	2,464	1,928	1,617	1,811	1,280	2,162	2,765	2,525	2,477	1,740	1,413	1,385
SQD	0,036	0,148	0,206	0,368	0,160	0,061	0,062	0,029	0,066	0,393	0,088	0,119	0,010	0,016	0,018
Tensão Tangencial (Valores calculados: $w_{c,opt}$) (MPa)															
σ_n (MPa)	J626	J627	J628	J629	J630	J631	J632	J633	J634	J635	J636	J637	J638	J639	J640
0,4	0,287	0,329	0,435	0,575	0,378	0,274	0,369	0,151	0,339	0,292	0,390	0,422	0,268	0,228	0,224
0,8	0,522	0,594	0,744	0,938	0,699	0,493	0,645	0,297	0,625	0,574	0,723	0,761	0,507	0,424	0,414
1,6	0,910	1,020	1,182	1,397	1,244	0,843	1,059	0,578	1,109	1,121	1,291	1,305	0,935	0,763	0,735
3,2	1,549	1,706	1,804	1,976	2,173	1,405	1,680	1,121	1,929	2,180	2,261	2,179	1,699	1,346	1,277
SQD	0,009	0,004	0,033	0,096	0,093	0,011	0,043	0,001	0,006	0,020	0,011	0,019	0,008	0,011	0,005

Tabela D19 - Resultados dos coeficientes de desgaste para o modelo 3 e análise do $w_{c,méd}$ e $w_{c,ópt}$, para o conjunto J, provetes J641-J645

Tensão Tangencial (Valores experimentais) (MPa)					
σ_n (MPa)	J641	J642	J643	J644	J645
0,4	0,273	0,211	0,432	0,430	0,288
0,8	0,363	0,355	0,632	0,622	0,467
1,6	0,772	0,802	1,150	1,262	0,846
3,2	1,438	1,538	1,923	2,236	1,470
Coeficientes de desgaste ($w_{c,i}$)					
σ_n (MPa)	J641	J642	J643	J644	J645
0,8	0,372	0,164	0,310	0,308	0,213
1,6	0,186	0,018	0,190	0,150	0,146
3,2	0,025	0,002	0,018	0,016	0,011
$w_{c,méd}$	0,194	0,061	0,173	0,158	0,123
$w_{c,ópt}$	0,199	0,045	0,268	0,201	0,208
Tensão Tangencial (Valores calculados: $w_{c,méd}$) (MPa)					
σ_n (MPa)	J641	J642	J643	J644	J645
0,4	0,273	0,211	0,432	0,430	0,288
0,8	0,492	0,410	0,789	0,792	0,541
1,6	0,846	0,782	1,381	1,402	0,985
3,2	1,417	1,482	2,358	2,429	1,762
SQD	0,023	0,006	0,267	0,086	0,110
Tensão Tangencial (Valores calculados: $w_{c,ópt}$) (MPa)					
σ_n (MPa)	J641	J642	J643	J644	J645
0,4	0,273	0,211	0,432	0,430	0,288
0,8	0,491	0,413	0,748	0,774	0,517
1,6	0,841	0,799	1,211	1,323	0,879
3,2	1,402	1,535	1,889	2,202	1,454
SQD	0,023	0,003	0,018	0,028	0,004

Tabela D20 - Resultados dos coeficientes de desgaste para o modelo 3 e análise do $w_{c,méd}$ e $w_{c,ópt}$, para o conjunto L, provetes L123-L145

Tensão Tangencial (Valores experimentais) (MPa)															
σ_n (MPa)	L123	L124	L125	L126	L127	L128	L129	L135	L137	L140	L141	L142	L143	L144	L145
0,4	0,482	0,383	0,353	0,428	0,343	0,627	0,322	0,459	0,412	0,372	0,316	0,364	0,337	0,275	0,346
0,8	0,910	0,668	0,834	0,553	0,586	1,069	0,669	0,666	0,646	0,689	0,690	0,626	0,564	0,454	0,656
1,6	1,433	1,202	1,439	0,993	1,073	1,839	1,196	1,237	1,298	1,358	1,286	1,288	1,071	0,883	1,115
3,2	2,569	2,171	2,644	1,999	1,982	3,253	2,175	2,134	2,298	2,548	2,427	2,453	2,035	1,862	2,338
Coeficientes de desgaste ($w_{c,i}$)															
σ_n (MPa)	L123	L124	L125	L126	L127	L128	L129	L135	L137	L140	L141	L142	L143	L144	L145
0,8	0,061	0,138	-0,184	0,408	0,158	0,163	-0,040	0,314	0,235	0,077	-0,092	0,146	0,174	0,183	0,055
1,6	0,148	0,117	-0,039	0,317	0,126	0,151	0,016	0,193	0,108	0,037	-0,029	0,060	0,124	0,148	0,145
3,2	0,009	0,008	-0,011	0,053	0,011	0,012	-0,005	0,021	0,008	0,001	-0,007	0,005	0,013	0,021	0,018
$w_{c,méd}$	0,073	0,088	-0,078	0,259	0,098	0,109	-0,009	0,176	0,117	0,038	-0,043	0,070	0,104	0,117	0,073
$w_{c,ópt}$	0,187	0,159	0,026	0,262	0,152	0,200	0,076	0,251	0,167	0,073	0,016	0,081	0,134	0,087	0,086
Tensão Tangencial (Valores calculados: $w_{c,méd}$) (MPa)															
σ_n (MPa)	L123	L124	L125	L126	L127	L128	L129	L135	L137	L140	L141	L142	L143	L144	L145
0,4	0,482	0,383	0,353	0,428	0,343	0,627	0,322	0,459	0,412	0,372	0,316	0,364	0,337	0,275	0,346
0,8	0,928	0,731	0,734	0,745	0,652	1,185	0,647	0,838	0,776	0,730	0,646	0,702	0,638	0,518	0,667
1,6	1,757	1,368	1,555	1,215	1,210	2,181	1,304	1,462	1,418	1,419	1,333	1,331	1,179	0,947	1,262
3,2	3,293	2,530	3,324	1,911	2,216	3,956	2,629	2,490	2,552	2,744	2,768	2,501	2,149	1,704	2,367
SQD	0,630	0,161	0,485	0,094	0,077	0,624	0,218	0,206	0,096	0,044	0,120	0,010	0,030	0,033	0,023
Tensão Tangencial (Valores calculados: $w_{c,ópt}$) (MPa)															
σ_n (MPa)	L123	L124	L125	L126	L127	L128	L129	L135	L137	L140	L141	L142	L143	L144	L145
0,4	0,482	0,383	0,353	0,428	0,343	0,627	0,322	0,459	0,412	0,372	0,316	0,364	0,337	0,275	0,346
0,8	0,873	0,704	0,697	0,744	0,633	1,128	0,620	0,803	0,755	0,718	0,627	0,698	0,628	0,527	0,662
1,6	1,510	1,245	1,368	1,210	1,126	1,931	1,170	1,319	1,327	1,358	1,240	1,312	1,134	0,986	1,241
3,2	2,545	2,154	2,674	1,899	1,961	3,216	2,186	2,091	2,279	2,546	2,445	2,441	2,009	1,825	2,297
SQD	0,008	0,003	0,025	0,094	0,006	0,013	0,003	0,027	0,013	0,001	0,006	0,006	0,009	0,017	0,017

Tabela D21 - Resultados dos coeficientes de desgaste para o modelo 3 e análise do $w_{c,méd}$ e $w_{c,ópt}$, para o conjunto L, provetes L146-L256

Tensão Tangencial (Valores experimentais) (MPa)											
σ_n (MPa)	L146	L247	L248	L249	L250	L251	L252	L253	L254	L255	L256
0,4	0,453	0,231	0,314	0,354	0,352	0,337	0,535	0,271	0,433	0,489	0,304
0,8	0,691	0,659	0,564	0,659	0,678	0,577	0,859	0,535	0,810	0,897	0,626
1,6	1,266	1,134	1,071	1,213	1,205	1,179	1,479	1,042	1,407	1,635	1,072
3,2	2,623	2,232	2,035	2,407	2,152	2,056	2,874	1,826	2,867	3,009	2,260
Coeficientes de desgaste ($w_{c,i}$)											
σ_n (MPa)	L146	L247	L248	L249	L250	L251	L252	L253	L254	L255	L256
0,8	0,258	-0,407	0,107	0,073	0,038	0,152	0,218	0,014	0,069	0,088	-0,030
1,6	0,222	-0,136	0,083	0,093	0,061	0,039	0,213	-0,018	0,133	0,084	0,094
3,2	0,032	-0,015	0,007	0,009	-0,001	-0,003	0,027	-0,010	0,015	0,005	0,011
$w_{c,méd}$	0,171	-0,186	0,066	0,058	0,033	0,063	0,153	-0,005	0,072	0,059	0,025
$w_{c,ópt}$	0,161	-0,098	0,100	0,080	0,122	0,123	0,191	0,075	0,095	0,122	0,040
Tensão Tangencial (Valores calculados: $w_{c,méd}$) (MPa)											
σ_n (MPa)	L146	L247	L248	L249	L250	L251	L252	L253	L254	L255	L256
0,4	0,453	0,231	0,314	0,354	0,352	0,337	0,535	0,271	0,433	0,489	0,304
0,8	0,829	0,505	0,607	0,688	0,692	0,652	0,988	0,544	0,836	0,949	0,601
1,6	1,451	1,155	1,156	1,316	1,350	1,244	1,757	1,092	1,582	1,814	1,180
3,2	2,484	2,695	2,181	2,499	2,624	2,353	3,060	2,192	2,966	3,444	2,308
SQD	0,072	0,239	0,030	0,020	0,243	0,098	0,129	0,137	0,041	0,224	0,015
Tensão Tangencial (Valores calculados: $w_{c,ópt}$) (MPa)											
σ_n (MPa)	L146	L247	L248	L249	L250	L251	L252	L253	L254	L255	L256
0,4	0,453	0,231	0,314	0,354	0,352	0,337	0,535	0,271	0,433	0,489	0,304
0,8	0,833	0,485	0,597	0,680	0,660	0,632	0,968	0,522	0,826	0,918	0,597
1,6	1,471	1,042	1,105	1,280	1,203	1,151	1,667	0,986	1,537	1,672	1,158
3,2	2,542	2,266	2,021	2,384	2,155	2,061	2,799	1,844	2,824	2,996	2,235
SQD	0,069	0,040	0,002	0,005	0,000	0,004	0,053	0,004	0,019	0,002	0,009

Tabela D22 - Resultados dos coeficientes de desgaste para o modelo 3 e análise do $w_{c,méd}$ e $w_{c,opt}$, para o conjunto M, provetes M1-M17

Tensão Tangencial (Valores experimentais) (MPa)															
σ_n (MPa)	M1	M1A	M2	M4	M5	M7	M8	M9	M10	M11	M12	M13	M14	M16	M17
0,4	0,383	0,507	0,438	0,392	0,440	0,541	0,395	0,485	0,360	0,422	0,328	0,384	0,469	0,420	0,350
0,8	0,659	0,781	0,800	0,752	0,786	0,966	0,752	0,784	0,674	0,767	0,604	0,669	0,673	0,731	0,606
1,6	1,194	1,381	1,522	1,463	1,504	1,793	1,465	1,480	1,284	1,456	1,133	1,175	1,421	1,336	1,104
3,2	2,423	2,725	2,885	2,810	2,882	3,361	2,837	2,833	2,582	2,809	2,129	2,275	2,599	2,590	2,152
Coeficientes de desgaste ($w_{c,i}$)															
σ_n (MPa)	M1	M1A	M2	M4	M5	M7	M8	M9	M10	M11	M12	M13	M14	M16	M17
0,8	0,149	0,254	0,090	0,042	0,112	0,114	0,050	0,208	0,065	0,094	0,085	0,137	0,309	0,139	0,144
1,6	0,155	0,224	0,070	0,030	0,083	0,096	0,037	0,151	0,072	0,079	0,072	0,152	0,141	0,131	0,137
3,2	0,019	0,030	0,005	0,001	0,007	0,007	0,002	0,017	0,008	0,007	0,004	0,016	0,016	0,014	0,015
$w_{c,méd}$	0,108	0,169	0,055	0,024	0,067	0,073	0,030	0,125	0,048	0,060	0,054	0,102	0,156	0,094	0,099
$w_{c,opt}$	0,116	0,192	0,091	0,052	0,095	0,119	0,051	0,151	0,054	0,088	0,099	0,143	0,173	0,125	0,127
Tensão Tangencial (Valores calculados: $w_{c,méd}$) (MPa)															
σ_n (MPa)	M1	M1A	M2	M4	M5	M7	M8	M9	M10	M11	M12	M13	M14	M16	M17
0,4	0,383	0,507	0,438	0,392	0,440	0,541	0,395	0,485	0,360	0,422	0,328	0,384	0,469	0,420	0,350
0,8	0,725	0,927	0,851	0,775	0,850	1,043	0,779	0,910	0,702	0,818	0,639	0,728	0,865	0,801	0,666
1,6	1,336	1,627	1,633	1,521	1,615	1,974	1,522	1,652	1,354	1,563	1,227	1,347	1,534	1,490	1,235
3,2	2,425	2,788	3,110	2,977	3,041	3,701	2,966	2,951	2,594	2,963	2,340	2,458	2,664	2,739	2,261
SQD	0,024	0,086	0,066	0,032	0,042	0,155	0,021	0,059	0,006	0,038	0,055	0,066	0,054	0,051	0,033
Tensão Tangencial (Valores calculados: $w_{c,opt}$) (MPa)															
σ_n (MPa)	M1	M1A	M2	M4	M5	M7	M8	M9	M10	M11	M12	M13	M14	M16	M17
0,4	0,383	0,507	0,438	0,392	0,440	0,541	0,395	0,485	0,360	0,422	0,328	0,384	0,469	0,420	0,350
0,8	0,722	0,916	0,835	0,764	0,838	1,018	0,770	0,897	0,700	0,806	0,624	0,712	0,857	0,788	0,656
1,6	1,320	1,577	1,558	1,469	1,558	1,857	1,481	1,597	1,344	1,509	1,158	1,275	1,498	1,431	1,189
3,2	2,378	2,646	2,871	2,808	2,861	3,336	2,831	2,785	2,562	2,790	2,119	2,239	2,557	2,555	2,120
SQD	0,022	0,063	0,003	0,000	0,006	0,007	0,001	0,029	0,005	0,005	0,001	0,013	0,041	0,013	0,011

Tabela D23 - Resultados dos coeficientes de desgaste para o modelo 3 e análise do $w_{c,méd}$ e $w_{c,ópt}$, para o conjunto M, provetes M19-M36

Tensão Tangencial (Valores experimentais) (MPa)													
σ_n (MPa)	M19	M20	M21	M22	M26	M29	M30	M31	M32	M33	M34	M35	M36
0,4	0,413	0,406	0,606	0,293	0,451	0,452	0,417	0,422	0,329	0,438	0,412	0,420	0,367
0,8	0,713	0,678	0,965	0,597	0,814	0,741	0,793	0,823	0,646	0,825	0,736	0,712	0,681
1,6	1,278	1,242	1,694	1,080	1,553	1,347	1,435	1,527	1,288	1,465	1,275	1,356	1,245
3,2	2,399	2,335	3,146	2,144	2,975	2,616	2,794	2,633	2,379	2,725	2,325	2,548	2,387
Coeficientes de desgaste ($w_{c,i}$)													
σ_n (MPa)	M19	M20	M21	M22	M26	M29	M30	M31	M32	M33	M34	M35	M36
0,8	0,146	0,179	0,228	-0,020	0,102	0,196	0,051	0,027	0,020	0,062	0,117	0,163	0,076
1,6	0,137	0,144	0,194	0,049	0,079	0,169	0,085	0,015	-0,012	0,088	0,130	0,112	0,088
3,2	0,013	0,015	0,022	0,004	0,007	0,020	0,007	-0,008	-0,006	0,005	0,010	0,010	0,007
$w_{c,méd}$	0,099	0,113	0,148	0,011	0,062	0,128	0,048	0,011	0,001	0,052	0,085	0,095	0,057
$w_{c,ópt}$	0,151	0,156	0,204	0,043	0,092	0,156	0,085	0,110	0,045	0,117	0,163	0,131	0,098
Tensão Tangencial (Valores calculados: $w_{c,méd}$) (MPa)													
σ_n (MPa)	M19	M20	M21	M22	M26	M29	M30	M31	M32	M33	M34	M35	M36
0,4	0,413	0,406	0,606	0,293	0,451	0,452	0,417	0,422	0,329	0,438	0,412	0,420	0,367
0,8	0,784	0,766	1,123	0,582	0,874	0,846	0,814	0,839	0,659	0,853	0,789	0,800	0,713
1,6	1,455	1,406	2,004	1,156	1,666	1,533	1,571	1,665	1,316	1,641	1,479	1,487	1,365
3,2	2,663	2,540	3,504	2,289	3,153	2,731	3,012	3,297	2,631	3,136	2,741	2,731	2,595
SQD	0,106	0,076	0,249	0,027	0,048	0,059	0,066	0,460	0,064	0,201	0,218	0,059	0,058
Tensão Tangencial (Valores calculados: $w_{c,ópt}$) (MPa)													
σ_n (MPa)	M19	M20	M21	M22	M26	M29	M30	M31	M32	M33	M34	M35	M36
0,4	0,413	0,406	0,606	0,293	0,451	0,452	0,417	0,422	0,329	0,438	0,412	0,420	0,367
0,8	0,763	0,749	1,089	0,573	0,860	0,834	0,799	0,798	0,644	0,825	0,758	0,785	0,698
1,6	1,358	1,326	1,857	1,110	1,604	1,478	1,497	1,466	1,245	1,507	1,335	1,419	1,294
3,2	2,368	2,301	3,078	2,136	2,955	2,565	2,774	2,655	2,392	2,711	2,303	2,522	2,371
SQD	0,010	0,013	0,047	0,002	0,005	0,028	0,004	0,005	0,002	0,002	0,005	0,010	0,003

Tabela D24 - Resultados dos coeficientes de desgaste para o modelo 3 e análise do $w_{c,méd}$ e $w_{c,ópt}$, para o conjunto M, provetes M37-M40

Tensão Tangencial (Valores experimentais) (MPa)			
σ_n (MPa)	M37	M39	M40
0,4	0,352	0,343	0,519
0,8	0,636	0,655	0,814
1,6	1,311	1,259	1,444
3,2	2,540	2,424	2,732
Coeficientes de desgaste ($w_{c,i}$)			
σ_n (MPa)	M37	M39	M40
0,8	0,098	0,048	0,240
1,6	0,033	0,042	0,201
3,2	0,003	0,002	0,025
$w_{c,méd}$	0,045	0,031	0,155
$w_{c,ópt}$	0,049	0,059	0,199
Tensão Tangencial (Valores calculados: $w_{c,méd}$) (MPa)			
σ_n (MPa)	M37	M39	M40
0,4	0,352	0,343	0,519
0,8	0,688	0,676	0,957
1,6	1,329	1,322	1,698
3,2	2,556	2,573	2,950
SQD	0,003	0,027	0,133
Tensão Tangencial (Valores calculados: $w_{c,ópt}$) (MPa)			
σ_n (MPa)	M37	M39	M40
0,4	0,352	0,343	0,519
0,8	0,686	0,667	0,935
1,6	1,323	1,275	1,600
3,2	2,533	2,418	2,667
SQD	0,003	0,000	0,043

Tabela D25 - Resultados dos coeficientes de desgaste para o modelo 3 e análise do $w_{c,méd}$ e $w_{c,opt}$, para o conjunto N, provetes N1-N15

Tensão Tangencial (Valores experimentais) (MPa)															
σ_n (MPa)	N1	N2	N3	N4	N5	N6	N7	N8	N9	N10	N11	N12	N13	N14	N15
0,4	0,505	0,348	0,403	0,276	0,316	0,379	0,272	0,351	0,351	0,337	0,328	0,376	0,261	0,311	0,320
0,8	0,777	0,682	0,693	0,554	0,616	0,674	0,581	0,463	0,666	0,882	0,616	0,633	0,478	0,523	0,546
1,6	1,498	1,180	1,229	1,065	1,050	0,988	0,816	1,050	1,355	1,321	1,091	1,016	0,994	0,868	1,026
3,2	2,663	2,238	2,316	1,639	1,963	2,213	1,917	2,211	2,466	2,277	2,140	1,833	1,865	2,003	1,887
Coeficientes de desgaste ($w_{c,i}$)															
σ_n (MPa)	N1	N2	N3	N4	N5	N6	N7	N8	N9	N10	N11	N12	N13	N14	N15
0,8	0,256	0,021	0,151	-0,005	0,027	0,119	-0,070	0,362	0,052	-0,319	0,064	0,178	0,088	0,168	0,157
1,6	0,146	0,085	0,147	-0,069	0,094	0,280	0,215	0,187	-0,010	-0,034	0,107	0,205	0,011	0,249	0,109
3,2	0,014	0,005	0,015	-0,026	0,005	0,040	0,028	0,029	-0,006	-0,018	0,010	0,021	-0,001	0,037	0,009
$w_{c,méd}$	0,139	0,037	0,104	-0,033	0,042	0,146	0,058	0,193	0,012	-0,124	0,060	0,134	0,032	0,151	0,092
$w_{c,opt}$	0,194	0,102	0,156	0,123	0,118	0,160	0,072	0,122	0,057	0,070	0,098	0,230	0,052	0,115	0,143
Tensão Tangencial (Valores calculados: $w_{c,méd}$) (MPa)															
σ_n (MPa)	N1	N2	N3	N4	N5	N6	N7	N8	N9	N10	N11	N12	N13	N14	N15
0,4	0,505	0,348	0,403	0,276	0,316	0,379	0,272	0,351	0,351	0,337	0,328	0,376	0,261	0,311	0,320
0,8	0,940	0,683	0,763	0,560	0,619	0,702	0,528	0,634	0,697	0,717	0,636	0,701	0,514	0,574	0,610
1,6	1,690	1,328	1,410	1,148	1,198	1,254	1,011	1,091	1,381	1,569	1,215	1,264	1,003	1,022	1,138
3,2	2,981	2,569	2,568	2,364	2,309	2,196	1,922	1,829	2,733	3,484	2,303	2,239	1,950	1,781	2,096
SQD	0,165	0,132	0,101	0,532	0,142	0,072	0,041	0,177	0,073	1,546	0,042	0,230	0,009	0,075	0,061
Tensão Tangencial (Valores calculados: $w_{c,opt}$) (MPa)															
σ_n (MPa)	N1	N2	N3	N4	N5	N6	N7	N8	N9	N10	N11	N12	N13	N14	N15
0,4	0,505	0,348	0,403	0,276	0,316	0,379	0,272	0,351	0,351	0,337	0,328	0,376	0,261	0,311	0,320
0,8	0,912	0,660	0,742	0,517	0,595	0,697	0,525	0,659	0,681	0,651	0,623	0,665	0,509	0,585	0,594
1,6	1,569	1,220	1,316	0,941	1,086	1,231	0,994	1,199	1,305	1,234	1,157	1,110	0,978	1,072	1,064
3,2	2,627	2,226	2,283	1,683	1,952	2,128	1,865	2,148	2,481	2,319	2,118	1,796	1,867	1,932	1,870
SQD	0,025	0,002	0,011	0,019	0,002	0,067	0,037	0,064	0,003	0,063	0,005	0,011	0,001	0,050	0,004

Tabela D26 - Resultados dos coeficientes de desgaste para o modelo 3 e análise do $w_{c,méd}$ e $w_{c,ópt}$, para o conjunto N, provetes N16-N18

Tensão Tangencial (Valores experimentais) (MPa)			
σ_n (MPa)	N16	N17	N18
0,4	0,425	0,393	0,268
0,8	0,778	0,757	0,445
1,6	1,439	1,429	1,009
3,2	2,834	2,493	1,883
Coeficientes de desgaste ($w_{c,i}$)			
σ_n (MPa)	N16	N17	N18
0,8	0,089	0,038	0,176
1,6	0,098	0,015	0,015
3,2	0,010	-0,007	0,000
$w_{c,méd}$	0,066	0,015	0,063
$w_{c,ópt}$	0,089	0,103	0,060
Tensão Tangencial (Valores calculados: $w_{c,méd}$) (MPa)			
σ_n (MPa)	N16	N17	N18
0,4	0,425	0,393	0,268
0,8	0,823	0,779	0,519
1,6	1,565	1,541	0,989
3,2	2,953	3,042	1,870
SQD	0,032	0,314	0,006
Tensão Tangencial (Valores calculados: $w_{c,ópt}$) (MPa)			
σ_n (MPa)	N16	N17	N18
0,4	0,425	0,393	0,268
0,8	0,813	0,745	0,520
1,6	1,519	1,377	0,993
3,2	2,806	2,511	1,883
SQD	0,008	0,003	0,006

Tabela D27 - Resultados dos coeficientes de desgaste para o modelo 3 e análise do $w_{c,méd}$ e $w_{c,ópt}$, para o conjunto O, provetes O43-O59

Tensão Tangencial (Valores experimentais) (MPa)														
σ_n (MPa)	O43	O47	O48	O49	O50	O51	O52	O53	O54	O55	O56	O57	O58	O59
0,25	0,230	0,280	0,248	0,292	0,164	0,387	0,192	0,126	0,193	0,209	0,167	0,204	0,155	0,225
0,50	0,354	0,485	0,453	0,348	0,279	0,585	0,301	0,261	0,293	0,284	0,340	0,360	0,300	0,333
1,0	0,702	0,868	0,789	0,708	0,534	1,170	0,571	0,526	0,606	0,658	0,638	0,670	0,619	0,644
2,0	1,298	1,652	1,434	1,344	1,074	2,196	1,091	1,042	1,076	1,310	1,297	1,325	1,159	1,212
Coeficientes de desgaste ($w_{c,i}$)														
σ_n (MPa)	O43	O47	O48	O49	O50	O51	O52	O53	O54	O55	O56	O57	O58	O59
0,50	0,250	0,146	0,095	0,465	0,159	0,266	0,238	-0,030	0,263	0,340	-0,017	0,124	0,033	0,286
1,0	0,140	0,141	0,113	0,277	0,127	0,151	0,167	-0,027	0,110	0,143	0,035	0,117	-0,022	0,183
2,0	0,015	0,014	0,007	0,045	0,016	0,018	0,020	-0,003	0,009	0,021	0,004	0,013	-0,005	0,023
$w_{c,méd}$	0,135	0,100	0,072	0,262	0,101	0,145	0,142	-0,020	0,127	0,168	0,007	0,085	0,002	0,164
$w_{c,ópt}$	0,164	0,146	0,151	0,265	0,100	0,164	0,165	-0,015	0,167	0,121	0,016	0,101	0,029	0,188
Tensão Tangencial (Valores calculados: $w_{c,méd}$) (MPa)														
σ_n (MPa)	O43	O47	O48	O49	O50	O51	O52	O53	O54	O55	O56	O57	O58	O59
0,25	0,230	0,280	0,248	0,292	0,164	0,387	0,192	0,126	0,193	0,209	0,167	0,204	0,155	0,225
0,50	0,428	0,533	0,479	0,507	0,312	0,719	0,358	0,255	0,361	0,383	0,333	0,390	0,310	0,413
1,0	0,772	0,987	0,907	0,824	0,577	1,285	0,641	0,519	0,655	0,672	0,663	0,732	0,618	0,728
2,0	1,367	1,803	1,702	1,293	1,055	2,254	1,128	1,055	1,167	1,154	1,317	1,357	1,235	1,254
SQD	0,015	0,039	0,086	0,041	0,003	0,034	0,010	0,000	0,015	0,034	0,001	0,006	0,006	0,015
Tensão Tangencial (Valores calculados: $w_{c,ópt}$) (MPa)														
σ_n (MPa)	O43	O47	O48	O49	O50	O51	O52	O53	O54	O55	O56	O57	O58	O59
0,25	0,230	0,280	0,248	0,292	0,164	0,387	0,192	0,126	0,193	0,209	0,167	0,204	0,155	0,225
0,50	0,422	0,520	0,459	0,506	0,312	0,711	0,353	0,255	0,353	0,393	0,332	0,387	0,306	0,408
1,0	0,743	0,930	0,817	0,822	0,578	1,253	0,621	0,516	0,621	0,716	0,655	0,716	0,598	0,704
2,0	1,279	1,629	1,424	1,286	1,057	2,158	1,069	1,045	1,067	1,283	1,292	1,308	1,165	1,185
SQD	0,007	0,006	0,001	0,041	0,003	0,024	0,006	0,000	0,004	0,016	0,000	0,003	0,001	0,010

Tabela D28 - Resultados dos coeficientes de desgaste para o modelo 3 e análise do $w_{c,méd}$ e $w_{c,ópt}$, para o conjunto O, provetes O60-O62

Tensão Tangencial (Valores experimentais) (MPa)			
σ_n (MPa)	O60	O61	O62
0,25	0,277	0,170	0,274
0,50	0,498	0,329	0,495
1,0	0,868	0,661	0,913
2,0	1,691	1,356	1,706
Coeficientes de desgaste ($w_{c,i}$)			
σ_n (MPa)	O60	O61	O62
0,50	0,107	0,035	0,101
1,0	0,140	0,027	0,090
2,0	0,015	0,004	0,006
$w_{c,méd}$	0,087	0,022	0,066
$w_{c,ópt}$	0,130	0,005	0,117
Tensão Tangencial (Valores calculados: $w_{c,méd}$) (MPa)			
σ_n (MPa)	O60	O61	O62
0,25	0,277	0,170	0,274
0,50	0,529	0,337	0,529
1,0	0,990	0,663	1,006
2,0	1,832	1,301	1,898
SQD	0,036	0,003	0,047
Tensão Tangencial (Valores calculados: $w_{c,ópt}$) (MPa)			
σ_n (MPa)	O60	O61	O62
0,25	0,277	0,170	0,274
0,50	0,518	0,340	0,515
1,0	0,937	0,678	0,942
2,0	1,666	1,350	1,695
SQD	0,006	0,000	0,001

Tabela D29 - Resultados dos coeficientes de desgaste para o modelo 3 e análise do $w_{c,méd}$ e $w_{c,ópt}$, para o conjunto P, provetes P1-P12A

Tensão Tangencial (Valores experimentais) (MPa)														
σ_n (MPa)	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P8A	P8B	P8C	P9	P10A	P10B	P11A	P12A
0,5	0,560	0,353	0,465	0,475	0,607	0,568	0,529	0,480	0,537	0,478	0,481	0,492	0,444	0,304
1,0	0,836	0,710	0,775	0,785	0,980	0,908	0,859	0,640	0,797	0,801	0,894	0,729	0,739	0,614
2,0	1,588	1,384	1,454	1,396	1,804	1,709	1,734	1,363	1,617	1,504	1,475	1,320	1,367	1,211
4,0	3,142	2,337	2,924	2,789	3,402	3,731	2,640	3,139	2,632	2,323	3,068	2,839	2,446	2,398
Coeficientes de desgaste ($w_{c,i}$)														
σ_n (MPa)	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P8A	P8B	P8C	P9	P10A	P10B	P11A	P12A
1,0	0,277	-0,006	0,178	0,188	0,211	0,212	0,211	0,353	0,289	0,183	0,074	0,282	0,183	-0,012
2,0	0,202	-0,045	0,151	0,185	0,162	0,195	0,035	0,239	0,108	0,066	0,171	0,254	0,125	-0,002
4,0	0,028	-0,015	0,019	0,023	0,018	0,028	-0,013	0,039	0,004	-0,009	0,021	0,038	0,010	-0,001
$w_{c,méd}$	0,169	-0,022	0,116	0,132	0,130	0,145	0,077	0,210	0,134	0,080	0,089	0,192	0,106	-0,005
$w_{c,ópt}$	0,173	0,080	0,119	0,151	0,169	0,104	0,207	0,110	0,221	0,219	0,113	0,165	0,173	0,005
Tensão Tangencial (Valores calculados: $w_{c,méd}$) (MPa)														
σ_n (MPa)	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P8A	P8B	P8C	P9	P10A	P10B	P11A	P12A
0,5	0,560	0,353	0,465	0,475	0,607	0,568	0,529	0,480	0,537	0,478	0,481	0,492	0,444	0,304
1,0	1,025	0,714	0,877	0,888	1,135	1,054	1,018	0,859	1,002	0,918	0,919	0,889	0,840	0,609
2,0	1,798	1,452	1,604	1,604	2,053	1,885	1,919	1,458	1,807	1,728	1,717	1,532	1,549	1,221
4,0	3,083	2,959	2,891	2,846	3,650	3,306	3,581	2,404	3,202	3,218	3,172	2,572	2,817	2,453
SQD	0,084	0,392	0,034	0,057	0,147	0,233	0,946	0,598	0,403	0,865	0,070	0,142	0,181	0,003
Tensão Tangencial (Valores calculados: $w_{c,ópt}$) (MPa)														
σ_n (MPa)	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P8A	P8B	P8C	P9	P10A	P10B	P11A	P12A
0,5	0,560	0,353	0,465	0,475	0,607	0,568	0,529	0,480	0,537	0,478	0,481	0,492	0,444	0,304
1,0	1,023	0,678	0,875	0,879	1,111	1,078	0,949	0,908	0,955	0,851	0,907	0,902	0,811	0,605
2,0	1,789	1,275	1,597	1,563	1,949	1,991	1,616	1,668	1,607	1,434	1,664	1,588	1,418	1,206
4,0	3,057	2,373	2,870	2,725	3,342	3,628	2,674	3,022	2,622	2,344	3,006	2,733	2,423	2,400
SQD	0,083	0,014	0,033	0,041	0,042	0,119	0,023	0,178	0,025	0,008	0,040	0,113	0,008	0,000

Tabela D30 - Resultados dos coeficientes de desgaste para o modelo 3 e análise do $w_{c,méd}$ e $w_{c,ópt}$, para o conjunto P, provetes P12B-P14

Tensão Tangencial (Valores experimentais) (MPa)			
σ_n (MPa)	P12B	P13	P14
0,5	0,420	0,407	0,527
1,0	0,737	0,707	1,012
2,0	1,500	1,343	1,853
4,0	2,885	2,323	3,098
Coeficientes de desgaste ($w_{c,i}$)			
σ_n (MPa)	P12B	P13	P14
1,0	0,127	0,142	0,043
2,0	0,057	0,073	0,022
4,0	0,005	0,000	-0,010
$w_{c,méd}$	0,063	0,072	0,018
$w_{c,ópt}$	0,072	0,153	0,136
Tensão Tangencial (Valores calculados: $w_{c,méd}$) (MPa)			
σ_n (MPa)	P12B	P13	P14
0,5	0,420	0,407	0,527
1,0	0,813	0,784	1,044
2,0	1,550	1,485	2,060
4,0	2,930	2,787	4,054
SQD	0,010	0,242	0,957
Tensão Tangencial (Valores calculados: $w_{c,ópt}$) (MPa)			
σ_n (MPa)	P12B	P13	P14
0,5	0,420	0,407	0,527
1,0	0,809	0,751	0,982
2,0	1,531	1,334	1,769
4,0	2,871	2,322	3,128
SQD	0,006	0,002	0,009

Tabela D31 - Resultados dos coeficientes de desgaste para o modelo 3 e análise do $w_{c,méd}$ e $w_{c,ópt}$, para o conjunto Q, provetes Q101-Q136

Tensão Tangencial (Valores experimentais) (MPa)														
σ_n (MPa)	Q101	Q102	Q103	Q104	Q105	Q106	Q107	Q108	Q109	Q110	Q111	Q112	Q135	Q136
0,4	0,331	0,462	0,333	0,412	0,284	0,387	0,327	0,531	0,346	0,372	0,281	0,403	0,385	0,493
0,8	0,609	0,890	0,752	0,615	0,523	0,530	0,545	0,661	0,614	0,663	0,457	0,696	0,749	0,781
1,6	0,865	1,334	1,239	1,129	0,992	1,130	0,973	1,225	1,116	1,328	0,997	1,241	1,216	1,544
3,2	1,807	2,585	2,292	2,181	1,248	1,947	1,953	1,881	2,467	1,610	1,873	2,409	2,320	2,906
Coeficientes de desgaste ($w_{c,i}$)														
σ_n (MPa)	Q101	Q102	Q103	Q104	Q105	Q106	Q107	Q108	Q109	Q110	Q111	Q112	Q135	Q136
0,8	0,090	0,041	-0,134	0,281	0,089	0,353	0,180	0,462	0,116	0,126	0,194	0,148	0,029	0,224
1,6	0,264	0,188	0,022	0,215	-0,079	0,145	0,180	0,242	0,158	-0,108	0,054	0,151	0,130	0,130
3,2	0,034	0,019	-0,005	0,029	-0,049	0,015	0,023	0,029	0,022	-0,056	0,005	0,017	0,011	0,014
$w_{c,méd}$	0,129	0,082	-0,039	0,175	-0,013	0,171	0,128	0,244	0,099	-0,013	0,084	0,105	0,057	0,123
$w_{c,ópt}$	0,188	0,171	0,067	0,198	0,244	0,214	0,144	0,367	0,064	0,249	0,086	0,141	0,134	0,145
Tensão Tangencial (Valores calculados: $w_{c,méd}$) (MPa)														
σ_n (MPa)	Q101	Q102	Q103	Q104	Q105	Q106	Q107	Q108	Q109	Q110	Q111	Q112	Q135	Q136
0,4	0,331	0,462	0,333	0,412	0,284	0,387	0,327	0,531	0,346	0,372	0,281	0,403	0,385	0,493
0,8	0,620	0,887	0,679	0,751	0,571	0,708	0,613	0,932	0,658	0,750	0,538	0,764	0,748	0,925
1,6	1,123	1,665	1,399	1,312	1,154	1,240	1,111	1,538	1,220	1,514	1,009	1,411	1,432	1,684
3,2	1,998	3,094	2,894	2,237	2,334	2,122	1,980	2,454	2,233	3,062	1,872	2,567	2,724	3,015
SQD	0,103	0,369	0,393	0,055	1,207	0,074	0,025	0,499	0,068	2,150	0,007	0,059	0,210	0,052
Tensão Tangencial (Valores calculados: $w_{c,ópt}$) (MPa)														
σ_n (MPa)	Q101	Q102	Q103	Q104	Q105	Q106	Q107	Q108	Q109	Q110	Q111	Q112	Q135	Q136
0,4	0,331	0,462	0,333	0,412	0,284	0,387	0,327	0,531	0,346	0,372	0,281	0,403	0,385	0,493
0,8	0,601	0,846	0,644	0,742	0,498	0,691	0,608	0,866	0,670	0,652	0,538	0,750	0,718	0,914
1,6	1,038	1,482	1,223	1,271	0,823	1,169	1,088	1,291	1,277	1,073	1,007	1,346	1,296	1,634
3,2	1,747	2,537	2,304	2,120	1,313	1,919	1,910	1,829	2,414	1,705	1,865	2,370	2,296	2,866
SQD	0,033	0,026	0,012	0,040	0,034	0,028	0,019	0,049	0,032	0,074	0,007	0,016	0,008	0,027

