



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL**

KYCIANNE ROSE ALVES DE GÓES BARROS

**UMA FORMULAÇÃO MISTA PARA O PROJETO DE
CONSOLOS DE CONCRETO ARMADO**

**São Cristóvão - SE
2020**

KYCIANNE ROSE ALVES DE GÓES BARROS

**UMA FORMULAÇÃO MISTA PARA O PROJETO DE
CONSOLOS DE CONCRETO ARMADO**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Engenharia Civil.

Orientador(a): Prof.^a Dra. Rejane Martins
Fernandes Canha

**São Cristóvão - SE
2020**

**FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA BIBLIOTECA CENTRAL
UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE**

B277f Barros, Kycianne Rose Alves de Góes
 Uma formulação mista para o projeto de consolos de concreto
 armado / Kycianne Rose Alves de Góes Barros; orientadora
 Rejane Martins Fernandes Canha. - São Cristóvão, 2020.
 176 f.: il.

 Dissertação (mestrado em Engenharia Civil) – Universidade
 Federal de Sergipe, 2020.

 1. Engenharia civil. 2. Concreto armado. 3. Vigas de
 concreto. 4. Projeto estrutural. I. Canha, Rejane Martins
 Fernandes, orient. II. Título.

CDU 624.012.45

MEMBROS DA BANCA EXAMINADORA DE DEFESA DE MESTRADO

KYCIANNE ROSE ALVES DE GÓES BARROS

APRESENTADA AO PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL
DA UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE EM 19 DE FEVEREIRO DE 2020

Prof.^a Dra. Rejane Martins Fernandes Canha
Orientadora

Prof. Dr. David Leonardo Nascimento de Figueiredo Amorim
1º Examinador

Prof. Dr. Emerson Figueiredo dos Santos
2º Examinador

“A tarefa não é tanto ver aquilo que ninguém viu, mas pensar o que ninguém ainda pensou sobre aquilo que todo mundo vê.”

Arthur Schopenhauer

Sistemas Estruturais

Uma Formulação Mista para o Projeto de Consolos de Concreto Armado

Autora: Kycianne Rose Alves de Góes Barros

Orientadora: Rejane Martins Fernandes Canha

Examinadores: David Leonardo Nascimento de Figueiredo Amorim

Emerson Figueiredo dos Santos

RESUMO

Os consolos são elementos estruturais de concreto armado geralmente projetados a partir de pilares e que têm a função de transferir cargas para a estrutura principal. As cargas principais atuantes nos consolos são verticais, advindas de elementos que se apoiam neles. Também podem existir cargas horizontais, provenientes de retração, deformações, fluência ou mudanças de temperaturas do conjunto de elementos viga-consolo. Eles funcionam basicamente como balanços, porém a relação da distância entre a força aplicada e o centro do pilar (a) e a distância da altura útil (d) é sempre menor que a unidade. O seu estudo é de suma importância, pois em virtude dessa relação de aspecto (a/d) ser menor que a unidade, o comportamento dos consolos não pode ser equiparado ao comportamento de outros elementos estruturais. Por mais que os consolos sejam considerados materiais homogêneos, isotrópicos e elásticos perfeitos, são observadas descontinuidades estáticas e geométricas nas suas estruturas, não obedecendo à Hipótese de Bernoulli. Tendo em vista a necessidade de um estudo mais detalhado sobre o assunto em questão, o presente trabalho tem como objetivo encontrar um novo modelo de projeto para os cálculos de consolos de concreto armado utilizando como base métodos já existentes na literatura. Com isso, foram estudados diversos experimentos com elementos estruturais de consolos para encontrar uma calibração adequada, baseada no modelo de atrito-cisalhamento, que funciona com certa precisão para consolos muito curtos. Após isso, ocorreu a aplicação do modelo de atrito-cisalhamento calibrado em 389 consolos obtidos através da literatura. Por fim, utilizou-se o modelo proposto por Vieira (2018) baseado no método de bielas e tirantes juntamente ao modelo de atrito-cisalhamento proposto no presente trabalho para que fosse realizada uma ponderação complementar que define a formulação mista para achar a tensão cisalhante de cálculo. Os resultados obtidos a partir desse modelo foram utilizados para comparação, através de tabelas, gráficos e análises estatísticas, com os encontrados em teste de laboratório, obtendo valores satisfatórios.

Palavras-chave: Consolo. Atrito-cisalhamento. Bielas e tirantes.

ABSTRACT

Corbels are structural elements of reinforced concrete generally connected to columns and whose function is to transfer loads to the main structure. The main loads acting on the corbels are vertical, coming from elements that rely on them. There may also be horizontal loads from shrinkage, deformation, creep or temperature changes of the beam-corbel assembly. They basically act as a cantilevered structure, but the ratio of the distance between the applied force and the center of the column (a) and the effective depth (d) is always smaller than the unit. This study is very important because as the ratio a/d is smaller than unity, the behaviour of the consolations cannot be compared to the behaviour of other structural elements. Although corbels are considered uniform, isotropic and perfect elastic materials, static and geometric discontinuities are observed in their structures, not obeying the Bernoulli Hypothesis. Due to the lack of more detailed study on the subject in question, this paper aims to find a new design model for the calculation of reinforced concrete corbels using methods already existing in the literature. Thus, several experiments with structural corbels elements were studied to find a suitable calibration, based on the shear-friction model, that works with some precision for very short corbels. After that, the calibrated shear-friction model was applied to 389 corbels obtained through the literature. Finally, the model proposed by Vieira (2018) based on the strut-and-tie method together with the shear-friction model proposed in this paper were used to perform a complementary weighting that defines the final formulation to find the calculated shear stress. The results obtained from this model were used to compare, through tables, graphs and statistical analysis, with those found in laboratory tests, obtaining satisfactory values.

Keywords: Corbels. Shear-friction. Strut-and-tie.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1: Detalhes dos consolos	20
Figura 2: Modelo de bielas e tirantes.....	20
Figura 3: Modelo de atrito-cisalhamento.....	21
Figura 4: Mecanismos de ruínas.....	21
Figura 5: Regiões B e D das estruturas.....	24
Figura 6: Modos de Ruptura.....	26
Figura 7: Tensões de Tração e Compressão e Consolos Chanfrado e Retangular	27
Figura 8: Modelo de Bielas e Tirantes.....	28
Figura 9: Classificação das Bielas	29
Figura 10: Classificação dos Nós	30
Figura 11: Modelo de Atrito-Cisalhamento.....	31
Figura 12: Influência dos Agregados no Modelo Atrito-Cisalhamento	32
Figura 13: Corpos de prova do tipo <i>push-off</i>	33
Figura 14: Realização de pré-fissuras e medição de dilatação nas amostras.....	34
Figura 15: Notações utilizadas na NBR 9062	36
Figura 16: Notações utilizadas na ACI 318-08	40
Figura 17: Ensaio Realizado por Mattock, Chen e Soonswang	45
Figura 18: Ensaio Realizado por Hwang, Lu e Lee.....	46
Figura 19: Ensaio Realizado por Costa	47
Figura 20: τ_c versus $\rho \cdot f_y$ para os 6 intervalos pré-definidos	51
Figura 21: τ_c versus $\rho \cdot f_y$ para o conjunto de intervalos A	53
Figura 22: τ_c versus $\rho \cdot f_y$ para o conjunto de intervalos A (polo 1, ajuste 1)	54
Figura 23: τ_c versus $\rho \cdot f_y$ para o conjunto de intervalos A (polo 1, ajuste 2)	54
Figura 24: τ_c versus $\rho \cdot f_y$ para o conjunto de intervalos A (polo 2)	55
Figura 25: μ e c_f versus f_c para o conjunto de intervalos A (polo 1, ajuste 1)	56
Figura 26: μ e c_f versus f_c para o conjunto de intervalos A (polo 1, ajuste 2)	56
Figura 27: μ e c_f versus f_c para o conjunto de intervalos A (polo 2)	57
Figura 28: τ_c versus $\rho \cdot f_y$ para o conjunto de intervalos B.....	59
Figura 29: τ_c versus $\rho \cdot f_y$ para o conjunto de intervalos B (polo 1).....	59
Figura 30: τ_c versus $\rho \cdot f_y$ para o conjunto de intervalos B (polo 2).....	60
Figura 31: τ_c versus $\rho \cdot f_y$ para o conjunto de intervalos B (polo 3).....	60

Figura 32: μ e c_f versus f_c para o conjunto de intervalos B (polo 1).....	61
Figura 33: μ e c_f versus f_c para o conjunto de intervalos B (polo 2).....	62
Figura 34: μ e c_f versus f_c para o conjunto de intervalos B (polo 3).....	62
Figura 35: τ_c versus $\rho \cdot f_y$ para o conjunto de intervalos C	64
Figura 36: μ e c_f versus f_c para o conjunto de intervalos C	65
Figura 37: τ_c versus $\rho \cdot f_y$ para os 8 intervalos pré-definidos(<i>Push-off</i>).....	67
Figura 38: τ_c versus $\rho \cdot f_y$ para o conjunto de intervalos D	69
Figura 39: τ_c versus $\rho \cdot f_y$ para o conjunto de intervalos D (polo 1).....	69
Figura 40: τ_c versus $\rho \cdot f_y$ para o conjunto de intervalos D (polo 2)	70
Figura 41: τ_c versus $\rho \cdot f_y$ para o conjunto de intervalos D (polo 3)	70
Figura 42: μ e c_f versus f_c para o conjunto de intervalos D (polo 1)	71
Figura 43: μ e c_f versus f_c para o conjunto de intervalos D (polo 2)	72
Figura 44: μ e c_f versus f_c para o conjunto de intervalos D (polo 3)	72
Figura 45: τ_c versus $\rho \cdot f_y$ para o conjunto de intervalos E.....	74
Figura 46: τ_c versus $\rho \cdot f_y$ para o intervalo F	75
Figura 47: μ e c_f versus f_c para o conjunto de intervalos E.....	76
Figura 48: $ 1 - (\tau_c, \text{test}/\tau_c, \text{calc}) $ versus Relação a/d, para AC-modelo1 e modelo de Vieira (BT)	78
Figura 49: $ 1 - (\tau_c, \text{test}/\tau_c, \text{calc}) $ versus Relação a/d, para AC-modelo2 e modelo de Vieira (BT)	78
Figura 50: $ 1 - (\tau_c, \text{test}/\tau_c, \text{calc}) $ versus Relação a/d modelo de Vieira (BT) e AC-modelo1+BT.....	80
Figura 51: Histograma dos dados de tensão de teste sobre tensão calculada final (AC-modelo1 +BT)	81
Figura 52: Histograma modificado dos dados de tensão de teste sobre tensão calculada final (AC-modelo1 +BT)	82
Figura 53: Histograma (AC-modelo1 +BT) + Distribuição Normal.....	83

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Parâmetros dos modelos de atrito-cisalhamento tradicional e modificado	49
Tabela 2: Intervalos considerados para dados experimentais com corpos de prova aleatórios	52
Tabela 3: Valores dos coeficientes das retas para conjunto de intervalos A.....	55
Tabela 4: Média e desvio padrão para cada análise realizada do conjunto de intervalos A.....	58
Tabela 5: Valores dos coeficientes das retas para conjunto de intervalos B	61
Tabela 6: Média e desvio padrão para cada análise realizada do conjunto de intervalos B.....	63
Tabela 7: Valores dos coeficientes das retas para o conjunto de intervalos C	65
Tabela 8: Média e desvio padrão para o conjunto de intervalos C.....	66
Tabela 9: Intervalos considerados para dados experimentais com corpos de prova do tipo push-off.....	68
Tabela 10: Valores dos coeficientes das retas para conjunto de intervalos D	71
Tabela 11: Média e desvio padrão para cada análise realizada do conjunto de intervalos D...	73
Tabela 12: Valores dos coeficientes das retas para os conjuntos de intervalos E e F	75
Tabela 13: Média e desvio padrão para o conjunto de intervalos E e intervalo F	76
Tabela 14: Média e quantidade para a formulação final proposta.....	80
Tabela 15: Intervalos dos dados e frequências	82
Tabela 16: Teste de aderência para a Distribuição Normal.....	83
Tabela 17: Qui-Quadrados: calculado e tabelado.....	84

LISTA DE SÍMBOLOS

- a - posição do carregamento em relação a interface consolo-pilar
- a_2 - distância da face externa do aparelho de apoio à face externa do consolo
- a_v - posição do carregamento em relação a interface consolo pilar
- A_c - área da seção de concreto que resiste ao cisalhamento
- A_f - área de armadura que deve resistir ao momento fatorado
- A_h - área total dos estribos fechados ou armadura de costura
- A_n - armadura para resistir à força normal fatorada
- A_{sc} - área da armadura de tirante
- $A_{s, cost}$ - área de aço da armadura de costura
- $A_{s, cost \text{ mín}}$ - área de aço mínima da armadura de costura por metro
- A_{sf} - área de armadura total do consolo
- $A_{s, susp}$ - área de aço da armadura de suspensão
- $A_{s, tir}$ - área total de aço concentrada no tirante
- $A_{s, transv}$ - área de aço da armadura transversal
- A_{sv} - armadura que resiste à força vertical
- A_{vf} - área de armadura total de cisalhamento
- AC-modelo1 - resultado dos 389 dados com aplicação das fórmulas encontradas pelos conjuntos B (polo 1) e C
- AC-modelo2 - resultado dos 389 dados com aplicação das fórmulas encontradas pelos conjuntos D (polo 3), E e F
- b - largura do consolo
- BT - resultado dos 389 dados com aplicação da fórmula proposta por Vieira (2018)
- c - distância da face externa do consolo à face externa da barra transversal
- c_f - tensão de coesão aparente
- d - altura útil do consolo
- E_j - frequência esperada para uma distribuição normal com média e desvio padrão encontrados a partir dos dados em análise
- f_c - resistência característica do concreto
- f_{cd} - resistência de cálculo do concreto
- f_{ck} - resistência característica à compressão do concreto

F_d - força vertical

f_{yd} - resistência de cálculo do aço

f_{yk} e f_y - resistência característica de escoamento do aço

h - altura do consolo na seção do engastamento

h_1 - altura da face externa do consolo

H - força horizontal atuante no consolo durante os experimentos

H_d - força horizontal

k - quantidade de classes após a agregação de frequências esperadas

K_1 - coeficiente que varia de acordo com o tipo de concreto

n - quantidade de elementos da amostra

N_{uc} - força de tração horizontal aplicada na parte superior do consolo

O_j - frequência do histograma de dados

P - probabilidade

r - quantidade de parâmetros que precisam ser estimados para que se obtenham as frequências esperadas

S - desvio-padrão amostral

$t_{\alpha/2}$ - valor encontrado na tabela T de Student para o grau de liberdade e nível de significância pré-definidos

V - carga vertical resistente do consolo

V_n - tensão nominal total resistente ao cisalhamento

V_u - força vertical de cisalhamento

$\bar{X}$ - média amostral

α - nível de significância pré-definido

β - parâmetro a ser definido no presente trabalho

γ - parâmetro a ser definido no presente trabalho

γ_n - fator pelo qual o coeficiente de majoração deve ser multiplicado

θ - parâmetro a ser definido no presente trabalho

λ - parâmetro a ser definido no presente trabalho

μ - coeficiente de atrito

ρ_{sf} e ρ - taxa geométrica de armadura existente de atrito-cisalhamento

σ_N - tensão normal relativa à força horizontal atuante no consolo durante os experimentos

τ_c e $\tau_{c,test}$ - tensão de cisalhamento última resistente do consolo encontrada nos testes laboratoriais

$\tau_{c,calc}$ - tensão de cisalhamento última resistente do consolo calculada pela fórmula proposta

$\tau_{c,calc AC}$ - tensão de cisalhamento calculada pelo modelo baseado no de atrito-cisalhamento proposto no presente trabalho

$\tau_{c,calc AC-B1}$ - tensão cisalhante calculada pela fórmula encontrada a partir do conjunto de dados B, polo 1

$\tau_{c,calc AC-C}$ - tensão cisalhante calculada pela fórmula encontrada a partir do conjunto de dados C

$\tau_{c,calc AC-D3}$ - tensão cisalhante calculada pela fórmula encontrada a partir do conjunto de dados D, polo 3

$\tau_{c,calc AC-E}$ - tensão cisalhante calculada pela fórmula encontrada a partir do conjunto de dados E

$\tau_{c,calc AC-F}$ - tensão cisalhante calculada pela fórmula encontrada a partir do intervalo F

$\tau_{c,calc BT}$ - tensão de cisalhamento calculada pelo modelo baseado no de bielas e tirantes proposto por Vieira (2018)

$\tau_{c,calc FINAL}$ - tensão de cisalhamento final calculada pela ponderação dos dois modelos

τ_w - tensão de cisalhamento última resistente do consolo

τ_{wu} - tensão de cisalhamento última

φ - grau de liberdade

$\varnothing$ - diâmetro da barra transversal

χ^2_{calc} - Qui-Quadrado calculado

ω - taxa mecânica de cálculo na seção de engastamento

Ω - fator de redução de força

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	15
1.1	Justificativa	17
1.2	Objetivos	18
2	MATERIAIS E MÉTODOS	19
2.1	Plano de pesquisa	19
2.2	Etapas da pesquisa	19
3	REVISÃO DA LITERATURA	23
3.1	Considerações Iniciais sobre Consolos de Concreto Armado	23
3.2	Consolos	24
3.3	Modos de Ruptura	25
3.4	Comportamento Estrutural	26
3.5	Modelo de Bielas e Tirantes	28
3.6	Modelo de Atrito-Cisalhamento	31
3.6.1	Ensaio do tipo push-off	32
3.7	Normas para consolos	34
3.7.1	NBR -9062 (2017) (norma brasileira)	34
3.7.2	ACI 318-08 (2008) (norma americana)	40
3.8	Outras Pesquisas	43
3.8.1	Franz e Niedenhoff (1963)	44
3.8.2	Kriz e Rath (1965)	44
3.8.3	Mast (1968)	44
3.8.4	Hermansen e Cowan (1974)	44
3.8.5	Mattock, Chen e Soonswang (1976)	44
3.8.6	Leonhardt e Mönnig (1977)	45
3.8.7	Hagberg (1983)	45
3.8.8	Naegeli (1988)	45
3.8.9	Fattuhi (1990)	45
3.8.10	Foster, Powell e Selim (1996)	46
3.8.11	Torres (1998)	46
3.8.12	Machado (1998)	46
3.8.13	Hwang, Lu e Lee (2000)	46

3.8.14	Campione, La Mendola e Papia (2005)	47
3.8.15	Costa (2009)	47
4	FORMULAÇÃO DE ATRITO-CISALHAMENTO PROPOSTA	48
5	RESULTADOS	50
5.1	Dados Experimentais com Corpos de Prova Aleatórios	50
5.1.1	Conjunto de intervalos A	52
5.1.2	Conjunto de intervalos B	58
5.1.3	Conjunto de intervalos C	64
5.2	Dados experimentais com Corpos de Prova do Tipo <i>Push-off</i>	66
5.2.1	Conjunto de intervalos D	68
5.2.2	Conjunto de intervalos E e Intervalo F	74
5.3	Análises Finais	77
5.3.1	Aplicação dos dados encontrados através dos gráficos	77
5.3.2	Formulação mista	79
5.3.3	Análise Estatística	81
6	CONCLUSÃO	85
6.1	Sugestões para pesquisas futuras	86

1 INTRODUÇÃO

Devido à rápida evolução na construção civil, cada vez mais estão sendo utilizados elementos que sejam compatíveis a esse ritmo de crescimento, que reduzam o tempo gasto para construir e que tragam praticidade e um bom custo-benefício. Um elemento estrutural que vem se destacando é o consolo, amplamente utilizado em construções feitas de concreto pré-moldado (STRAUSS; MORDINI; BERGMEISTER, 2006).

Além disso, segundo Rezaei, Osman e Shanmugam (2010), observa-se um problema constante relacionado às ligações em construções de pré-moldados, causado por forças laterais como o vento. Nesses casos os consolos são uma ótima solução já que ajudam na resistência, reduzindo a ocorrência de falhas em ligações. De nada adianta ter uma estrutura bem elaborada com elementos resistentes se a forma como eles se conectam não está em equilíbrio com as forças solicitadas.

Elementos estruturais de concreto armado, os consolos geralmente são projetados a partir de colunas e que têm a função de transferir cargas para a estrutura principal. De acordo com Torres (1998), as cargas principais atuantes nos consolos são verticais, advindas de elementos que se apoiam neles, como as vigas ou as pontes rolantes, e podem ser diretas, quando são aplicadas na parte superior do elemento estrutural, ou indiretas, aplicadas ao longo da altura ou na parte inferior. Também podem existir cargas horizontais, provenientes de retração, deformações, fluência ou mudanças de temperaturas do conjunto de elementos viga-consolo (QARANI; ZRAR; HOTHMAN, 2010).

Os consolos funcionam basicamente como balanços, porém a relação da distância entre a força aplicada e a face externa do pilar (a) e a distância da altura útil (d) é na maioria das vezes menor que a unidade (HWANG; LU; LEE, 2000). O seu estudo é de suma importância, pois em virtude dessa relação de distâncias (a/d) ser menor que a unidade, o comportamento dos consolos não pode ser equiparado ao comportamento de outros elementos estruturais.

Bernoulli demonstra que “seções planas perpendiculares ao eixo neutro de uma barra, permanecem planas depois da ocorrência da flexão nessa barra”. Por mais que os consolos sejam considerados materiais homogêneos, isotrópicos e elásticos perfeitos, são observadas descontinuidades estáticas e geométricas nas suas estruturas, não obedecendo à Hipótese de Bernoulli.

Conforme Campione, La Mendola e Mangiavillano (2007), suas seções não permanecem planas, as tensões normais ao plano da seção transversal não são lineares e tensões consideradas desprezíveis nos cálculos de vigas devem ser consideradas. Além disso, a rigidez do concreto e outros mecanismos do consolo são modificados à medida que vão surgindo fissuras no elemento e, conseqüentemente, modificando seu comportamento.

A partir do que foi apresentado por Yousif (2009), percebe-se que sua resistência está muito ligada às tensões de cisalhamento, as quais são definidas a partir da relação a/d , da taxa de armadura, da resistência do concreto e das cargas horizontais e verticais aplicadas. Ainda, os modos de falha mais comuns dos consolos são por flexão, fendilhamento da biela comprimida, cisalhamento, falta de ancoragem, ação horizontal e esmagamento local (TORRES, 1998).

Para resistir à flexão, são utilizadas armaduras de aço na parte superior do elemento. Também pode ser prevenida a ruptura repentina e ampliada a ductilidade adicionando armaduras secundárias (também chamadas de armaduras de costura) e estribos que contribuem com o aumento da resistência do consolo ao cisalhamento, às fissurações e às tensões diagonais (YOUSIF, 2009).

De acordo com a NBR-9062 (2017), os valores de a/d irão definir o método a ser utilizado nos cálculos dos respectivos consolos. Para relações de a/d menores que 0,5, os consolos são considerados muito curtos e devem ser calculados através do método de atrito-cisalhamento. Já para intervalos de a/d maiores ou iguais a 0,5 e menores ou iguais a 1,0 utiliza-se o modelo de bielas e tirantes, já que os consolos são considerados curtos. Nos casos em que a relação é maior que 1,0 os consolos são considerados longos e podem ser obtidos com os mesmos métodos utilizados para resoluções de vigas em balanço.

1.1 Justificativa

A disposição, a área de aço utilizada, a forma e a dimensão do consolo são critérios de pesquisa e vêm sendo estudados a fundo nas últimas décadas, pois não foi possível chegar a uma relação precisa dos elementos que compõem os consolos e a força a que eles resistem, já que é necessário um nível de detalhamento mais complexo (CAMPIONE; LA MENDOLA; MANGIAVILLANO, 2007).

Portanto, a análise dos consolos deve ser mais detalhada e específica para que se obtenha um resultado de desempenho teórico, observado através de modelos de projeto que consideram mecanismos de ruptura, o mais próximo possível do experimental e observado *in loco*.

Os modelos de projeto são definidos de diversas formas. Dentre os procedimentos que abordam sobre o assunto e a maneira como devem ser estudados os consolos estão: NBR-9062 (2017) e a ACI 318-08 (2008). A norma ACI 318-08 (2008) foi utilizada como base para os cálculos através do modelo de atrito-cisalhamento, o qual foi estudado nesta pesquisa mais a fundo. Também foi utilizado o modelo de bielas e tirantes proposto por Vieira (2018).

O modelo de bielas e tirantes também pode ser chamado de modelo de treliça equivalente. Ele tem esse nome porque analisa o comportamento da estrutura através das partes comprimidas (bielas) e tracionada (tirantes) nos locais onde ocorrem descontinuidades das tensões, como explica Fernandes e El Debs (2002). As partes comprimidas e tracionadas são conectadas formando uma espécie de treliça e é geralmente observado em consolos curtos.

Já o modelo de atrito-cisalhamento é geralmente usado em consolos muito curtos. Nele, admite-se que as superfícies próximas do concreto tendem a se deslocar. Porém, utilizando uma armadura que cruze essas superfícies, chega-se ao equilíbrio com relação às forças de atrito e cisalhamento existentes na estrutura (FERNANDES; EL DEBS, 2005).

A armadura secundária tem um papel muito importante na resistência do consolo. Segundo Vieira (2018), tanto no método das bielas e tirantes, funcionando como armadura extra, como no método de atrito-cisalhamento, ajudando em forma de reforço. Em geral, essa armadura não é levada em consideração para os cálculos, mas ela torna o elemento mais eficiente e econômico quando utilizada da forma mais adequada.

Neste trabalho, foram analisados modelos de projeto de consolos e formulações propostas pela literatura até os dias atuais. Além disso, diversos experimentos com elementos

estruturais de consolos foram estudados para que se encontre uma formulação adequada que funcione com certa precisão para consolos curtos e muito curtos.

Para encontrar esse modelo mais abrangente, foram utilizadas como base as formulações do modelo de atrito-cisalhamento e o modelo proposto por Vieira (2018) baseado no método de bielas e tirantes. A formulação que foi desenvolvida é uma equação mista que faz uma ponderação entre esses dois modelos conforme a relação a/d , com o intuito de melhor representar o comportamento dos consolos.

1.2 Objetivos

O objetivo geral deste trabalho é desenvolver uma formulação mista para os cálculos de consolos de concreto armado utilizando como base o método de atrito-cisalhamento proposto no presente trabalho e o modelo de bielas e tirantes proposto por Vieira (2018).

Os objetivos específicos do trabalho são:

- Elaborar uma formulação mista que possa ser utilizada em qualquer tipo de consolo, a partir da análise mais profunda dos modelos base e dos dados encontrados na literatura;
- Verificar a eficácia do modelo proposto a partir de comparações com experimentos já realizados da literatura e artifícios da estatística.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

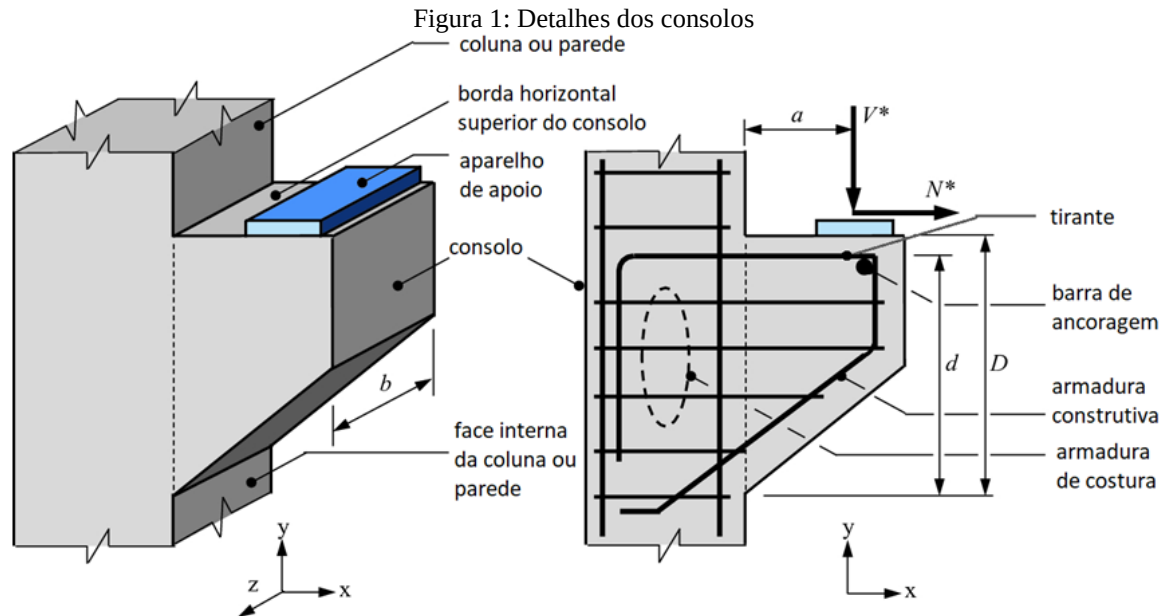
2.1 Plano de pesquisa

O objetivo principal desta pesquisa é formular um novo modelo de projeto para cálculo de consolos a partir de resultados experimentais já existentes na literatura. Com isso, foram estudados consolos de concreto armado ensaiados em diversos locais do mundo para que se obtenha uma análise mais ampla dos elementos em estudo. O novo modelo de projeto foi utilizado para aplicação nos consolos curtos e muito curtos previamente definidos e os resultados de tensão cisalhante resistente obtidos nestes estudos através da formulação mista foram comparados com os resultados experimentais e com os resultados dos dois modelos base isoladamente.

Os modelos geralmente utilizados para cálculo de consolos de concreto armado são bastante empíricos e divergentes entre si, ocasionando pouca aceitação e controvérsias. Portanto, neste trabalho foi desenvolvida uma ponderação baseada tanto no modelo de atrito-cisalhamento após ser calibrado, como no modelo encontrado por Vieira (2018). A calibração do modelo de atrito-cisalhamento descrito na norma americana ACI 318-08 (2008) foi realizada a partir dos dados de consolos encontrados na literatura. Por abranger uma modelagem mais complexa, o modelo aumenta a capacidade de representar mais realisticamente o comportamento dos consolos, com uma precisão adequada dos resultados.

2.2 Etapas da pesquisa

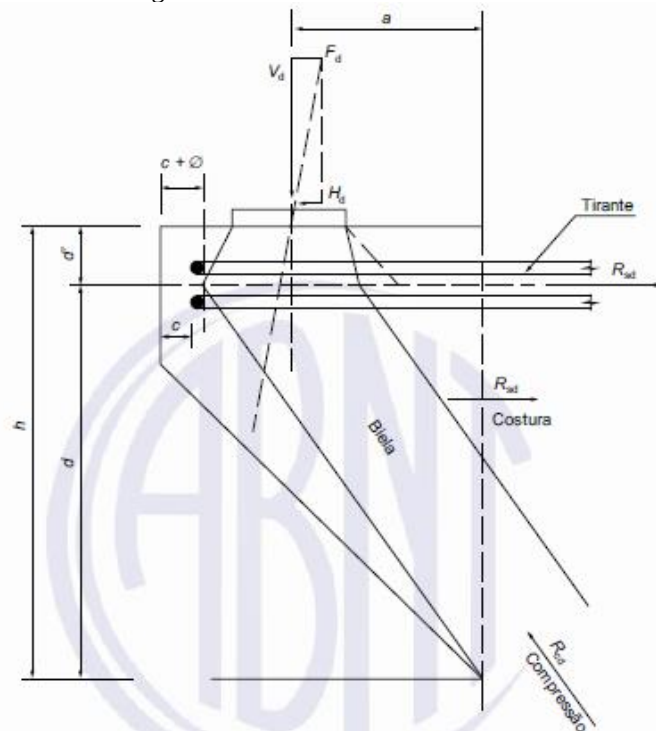
Primeiramente, foi desenvolvida uma revisão bibliográfica acerca do assunto abordado, incluindo diversas metodologias para o dimensionamento dos consolos, assim como suas características e comportamento diante de diferentes carregamentos. Para tanto, foram utilizados trabalhos já existentes, realizados por pesquisadores. A Figura 1 exemplifica o elemento estrutural estudado.



Fonte: Adaptado de Kamadjaja, Fragomeni e Van Staden (2020)

Nesta etapa, foi revisado o modelo de bielas e tirantes, analisando-se o comportamento das estruturas com intervalos de a/d maiores ou iguais a 0,5 e menores ou iguais a 1,0 (consolos curtos). O estudo foi realizado a partir das partes comprimidas (bielas) e tracionadas (tirantes) dos elementos nos locais onde ocorrem descontinuidades das tensões, formando uma espécie de treliça (Figura 2).

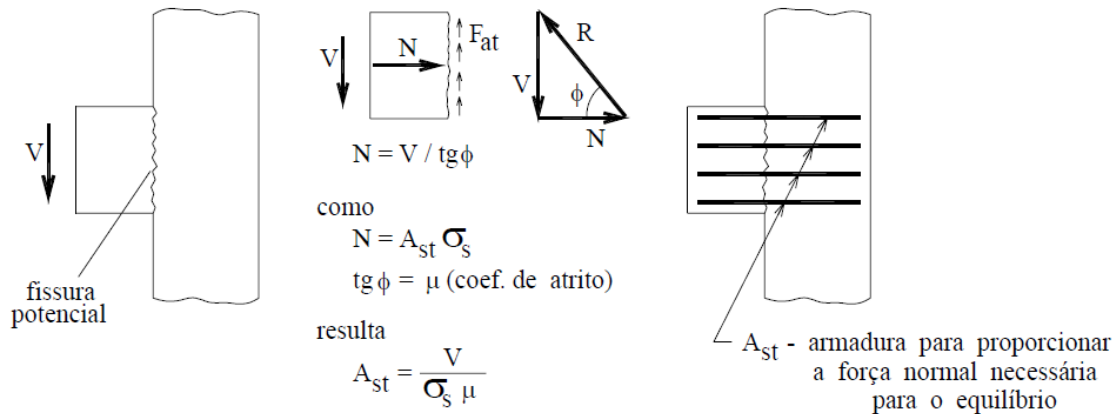
Figura 2: Modelo de bielas e tirantes



Fonte: NBR-9062 (2017)

Além disso, como mostrado na Figura 3, também foi estudado a fundo o modelo de atrito-cisalhamento para relações de a/d menores que 0,5 (consolos muito curtos), admitindo-se que as superfícies próximas do concreto tendem a se deslocar, e considerando a utilização de uma armadura que cruze essas superfícies para se chegar ao equilíbrio com relação às forças de atrito e cisalhamento existentes na estrutura.

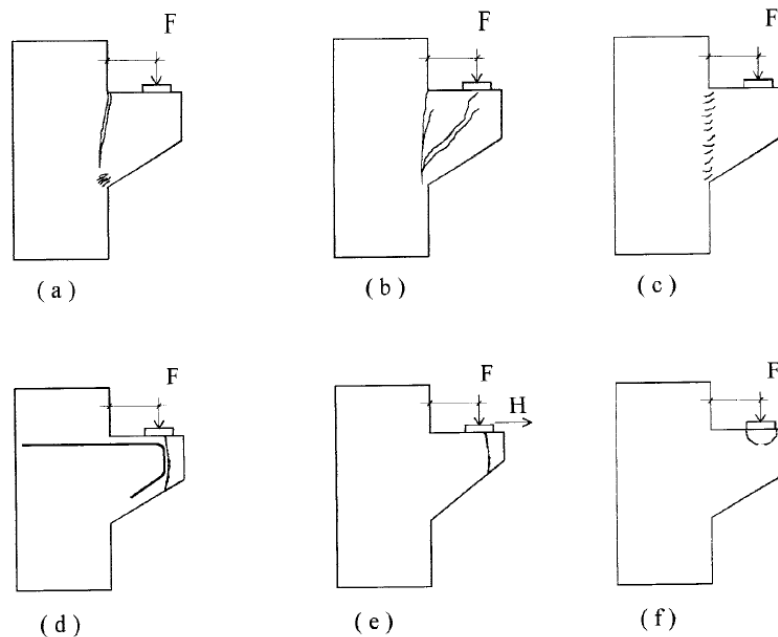
Figura 3: Modelo de atrito-cisalhamento



Fonte: Fernandes e El Debs (2002)

Ainda, os modos de falha dos consolos foram considerados para os cálculos. A Figura 4 mostra os mecanismos de ruínas, onde (a) flexão, (b) fendilhamento da biela comprimida, (c) cisalhamento, (d) falta de ancoragem, (e) ação horizontal e (f) esmagamento local.

Figura 4: Mecanismos de ruínas



Fonte: Torres (1998)

Inicialmente foi realizada uma calibração do modelo de atrito-cisalhamento modificado a partir dos dados experimentais analisados para serem encontrados valores mais precisos de coeficiente de atrito e coesão aparente. Após isso, este modelo foi utilizado juntamente com o modelo proposto por Vieira (2018) para encontrar uma fórmula ponderada mista que se adeque aos consolos estudados.

A formulação mista foi desenvolvida a partir de uma ponderação com base em cálculos de resistência à ruptura, relação a/d , taxa de armadura, e cargas horizontais e verticais aplicadas. Dessa forma, ocorreu a aplicação da formulação encontrada nos consolos obtidos através da literatura. Foram eliminados os dados que apresentaram inconstâncias e os demais formaram o espaço amostral. Os resultados obtidos a partir desse modelo foram utilizados para comparação, através de tabelas, gráficos e análises estatísticas com os encontrados em ensaios laboratoriais.

3 REVISÃO DA LITERATURA

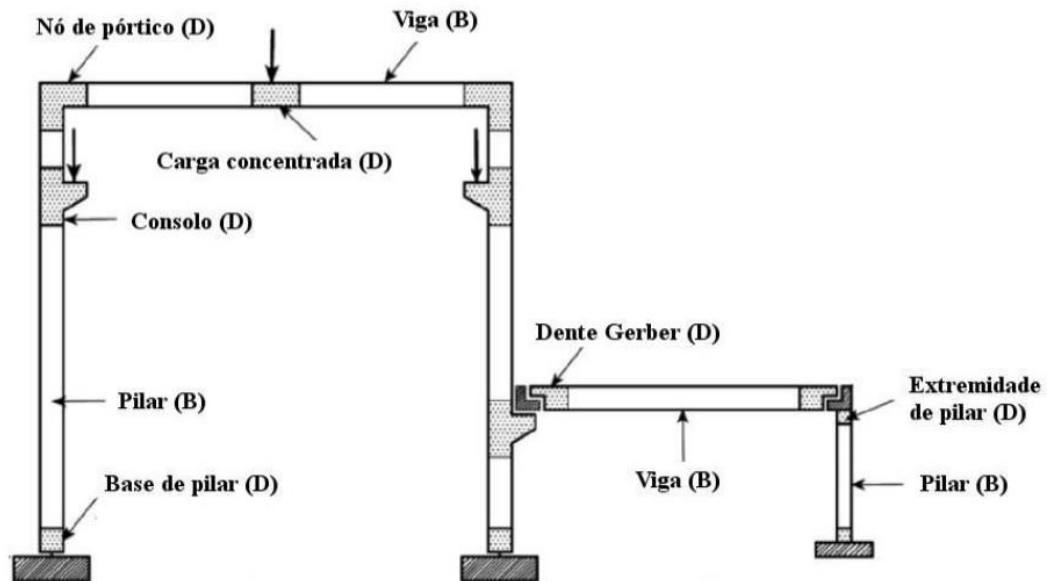
3.1 Considerações Iniciais sobre Consolos de Concreto Armado

De acordo com Luizetto e Grando (2014), pesquisas realizadas nos canteiros de obra apontam que o setor com mais desperdício e processos ultrapassados no Brasil é o da construção civil. Eles explicam que, para que esse problema seja reduzido, uma das alternativas é a utilização de elementos estruturais produzidos em fábricas, locais aptos para sua confecção, que têm um controle rígido da qualidade das peças com o mínimo de desperdício possível. Além disso, se bem planejado, a utilização de pré-moldados proporciona redução do tempo de obra e dos materiais para cimbramento e formas.

Portanto, segundo Campos (2010), pesquisas acerca de estruturas de pré-moldados vêm se destacando e sendo estudadas a fundo por pesquisadores. O estudo do comportamento dos elementos e a metodologia de cálculo variam de acordo com a região em análise. Existem áreas com comportamentos complexos onde a Hipótese de Bernoulli, não pode ser aplicada, como as regiões de ligações, nas quais ocorrem concentrações de tensões.

As regiões com comportamentos complexos, além das ligações, podem ser locais com concentrações de cargas ou mudanças bruscas geométricas. Como mostra a Figura 5, já que não se aplica a teoria da flexão, essas áreas são denominadas de regiões D (de descontinuidade). Já as partes que respeitam a Hipótese de Bernoulli são conhecidas como regiões B (de Bernoulli). De acordo com o princípio de Saint Venant, as tensões se regularizam a uma distância igual à altura do elemento em análise, partindo do ponto final da região complexa (MELLO, 2015).

Figura 5: Regiões B e D das estruturas



Fonte: Hsu e Mo (2010) *apud* Mello (2015)

As ligações são responsáveis por distribuir os esforços na estrutura e por isso são consideradas as partes principais dos elementos de concreto pré-moldado. Conforme dito por Menezes e El Debs (2009), por serem definidas como ligações semirrígidas, o comportamento entre os elementos é de extrema importância para o estudo do comportamento da estrutura como um todo. Para tanto, foram desenvolvidos modelos de cálculo que se aproximam dos resultados encontrados in loco, porém não têm uma precisão muito eficaz.

Uma das ligações muito comumente utilizadas em pré-fabricados é o consolo. Apesar de ter ocorrido um grande avanço em pesquisas sobre consolos, ainda não existe uma maneira específica para o seu detalhamento e, com isso, se demonstra a necessidade do estudo deste tipo de ligação (COSTA, 2009). Os consolos devem ter um detalhamento diferenciado das vigas, já que os balanços são curtos e não vale a teoria da flexão. Além disso, a quantidade de armadura utilizada é grande para o seu tamanho.

3.2 Consolos

De acordo com a NBR-9062 (2017), os modelos de cálculo utilizados nos consolos dependem da razão entre a distância a força aplicada à face do pilar e a sua altura útil. Sua classificação pode ser:

- Consolos muito curtos ($a/d < 0,5$): Modelo de Atrito-Cisalhamento;
- Consolos curtos ($0,5 \leq a/d \leq 1,0$): Modelo de Biela e Tirante;
- Consolos longos ($1,0 < a/d < 2,0$): calcular como se fosse viga.

3.3 Modos de Ruptura

Os modos de ruptura citados por Park e Paulay (1983) *apud* Machado e Pimenta (2000b) podem ser divididos em:

Ruptura por flexão: observada quando a armadura principal escoar, gerando uma grande fissura principal na parte superior do elemento na ligação do consolo com o pilar e esmagamento na parte inferior. É o modo mais desejado de ruptura, pois demonstra que vai romper, sendo possível a realização de reparos (Figura 6a).

Ruptura por fendilhamento da biela comprimida: ocorre quando o concreto possui uma área pequena ou quando não existe armadura suficiente na altura do consolo. Quando a estrutura é submetida a um esforço de flexão, a biela comprimida apresenta fendilhamento e por fim aparece uma fissura formando um ângulo de aproximadamente 45° que vai da região de aplicação do esforço até o canto inferior do consolo, na direção da biela comprimida (Figura 6b).

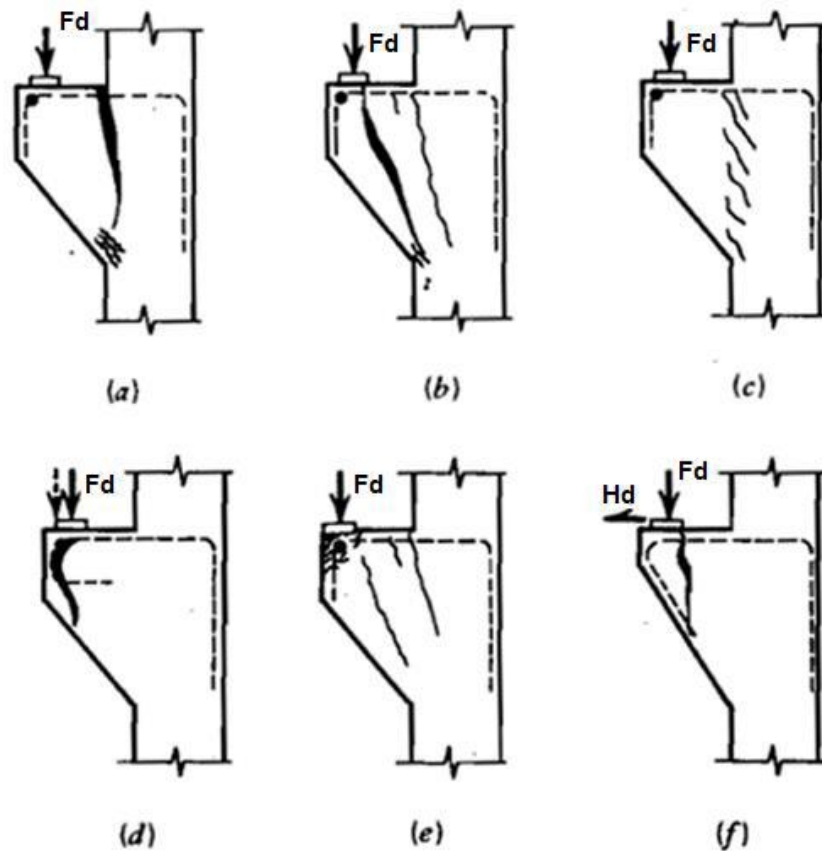
Ruptura por cisalhamento: acontece em consolos muitos curtos ou com muita armadura de flexão, onde a região de encontro consolo-pilar apresenta escorregamento e pequenas fissuras inclinadas. A aplicação de forças muito próximas ao pilar também favorece este tipo de ruptura (Figura 6c).

Ruptura por falta de ancoragem: devido ao mau posicionamento e detalhamento da armadura de ancoragem ou da força aplicada (muito próxima à face vertical externa), ocasionando fissuras ao redor da armação (Figura 6d).

Ruptura devido à ação horizontal: gerada quando existem cargas horizontais não previstas no dimensionamento, como ação do vento, ou quando a altura externa do consolo é muito maior que a interna, formando fissuras verticais que vão do local de aplicação da força na parte superior à superfície inferior do consolo (Figura 6e).

Ruptura por esmagamento local: ocorre nas regiões das estruturas com grandes forças concentradas de compressão (Figura 6f).

Figura 6: Modos de Ruptura



Fonte: Park e Paulay (1983)

3.4 Comportamento Estrutural

De acordo com a NBR-6118 (2014), para se dimensionar um consolo, devem-se levar em consideração alguns pontos importantes como o posicionamento correto da ancoragem do tirante, a qual deve abranger a biela abaixo do ponto de aplicação da força. Além disso, para dimensionar a armadura do tirante, deve-se considerar que ela irá escoar antes da ruptura do concreto.

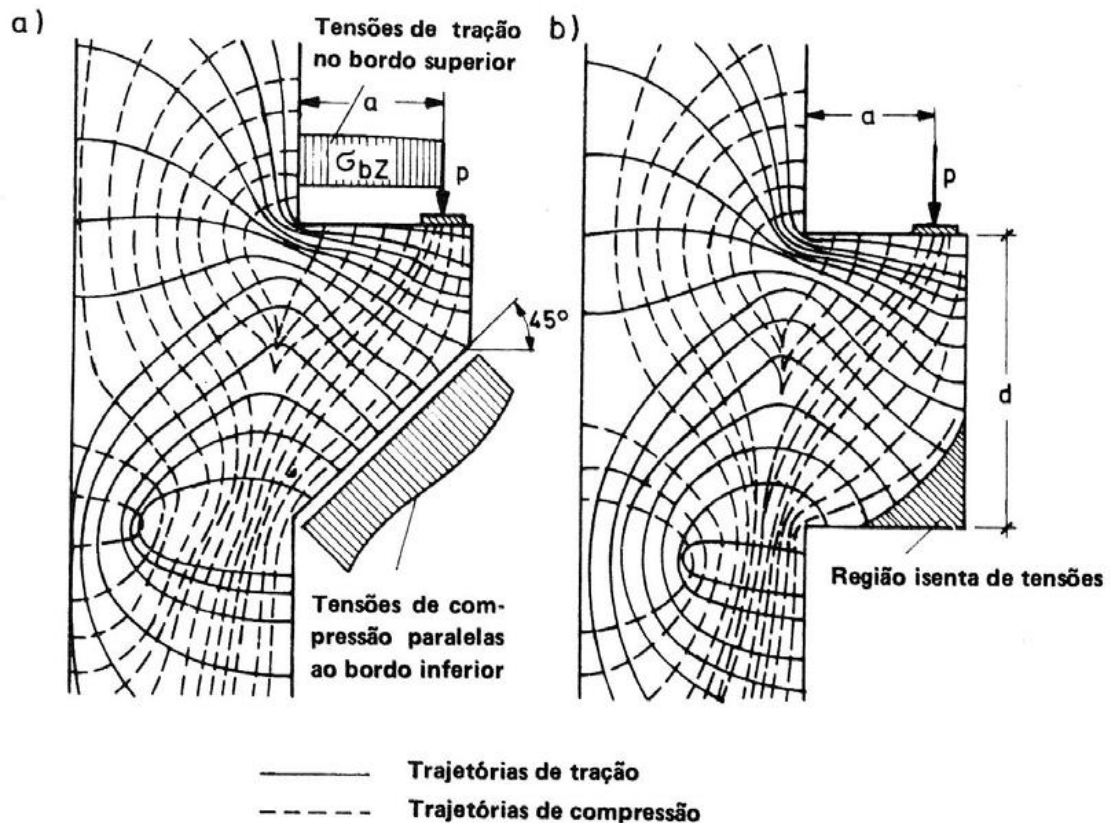
Outro ponto destacado pela norma é que se faz necessário evitar a ruptura frágil das bielas de compressão e do cisalhamento na interface pilar-consolo. Para tanto, são efetuados cálculos que determinam a resistência alcançada, limitando a inclinação a $\frac{1}{2}$ com relação à vertical. Por fim, é preciso incluir a influência de cargas horizontais, transversais ou com excentricidade para se obter os efeitos gerados na estrutura.

Um dos estudos mais importantes sobre consolos foi realizado por Franz e Niedenhoff (1963). Nele, foram realizados experimentos de fotoelasticidade com consolos de relação $a/d=0,5$ os quais demonstraram que a parte inferior externa do consolo em formato retangular

não sofre variações de tensões e, portanto, pode ser eliminada, de forma que os consolos chanfrados podem realizar o mesmo papel dos retangulares, como mostra a Figura 7.

Além disso, que as tensões de tração são concentradas no bordo superior do consolo, logo abaixo da aplicação das forças, indo, na direção horizontal e com valor constante, até a face do pilar. Por esse motivo, Carvalho *et al.* (2016) destaca que é utilizada a armadura principal nessa região para combater as tensões de tração. Já as tensões de compressão são observadas na direção diagonal que vai desde o local de aplicação das forças até a parte inferior interna do consolo, formando assim a biela comprimida (Figura 7).

Figura 7: Tensões de Tração e Compressão e Consolos Chanfrado e Retangular



Fonte: Leonhardt e Monnig (1977)

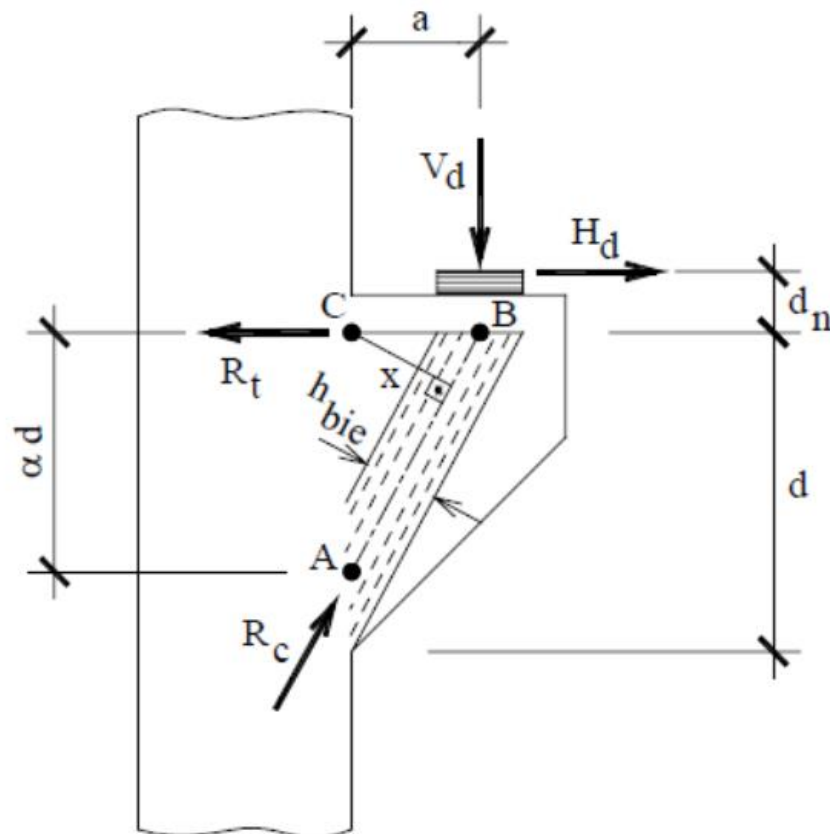
Para Lima (2018), como os consolos precisam de uma armação muito densa, além da armadura principal, existem a armadura de costura e os estribos verticais. A armadura de costura, também chamada de estribos horizontais, é de extrema importância, pois previne fissuras, absorvendo as tensões de tração restantes no corpo do elemento, e garante a ductilidade do consolo, aumentando a resistência das bielas de compressão. Já os estribos verticais são utilizados para enrijecer a armadura.

É importante salientar que as tensões de tração no bordo superior não são completamente horizontais, mas por simplificação a armadura principal é disposta na horizontal e resiste às solicitações. Já as tensões de compressão são resistidas pelo concreto. Para evitar que esforços horizontais devido às mudanças de temperatura ou retração sejam transferidos para o consolo através do elemento apoiado no mesmo, é sugerido que se utilizem elastômeros na superfície de contato, o que também colabora na distribuição mais uniforme das tensões (COSTA, 2009).

3.5 Modelo de Bielas e Tirantes

Segundo Curty (2009), o modelo de Bielas e Tirantes, utilizado para regiões descontínuas como os consolos curtos, funciona analogamente a uma treliça, onde a armadura principal e os estribos verticais tracionados se assemelham aos tirantes e as diagonais de concreto mais comprimidas, assim como o banzo inferior de concreto comprimido, trabalham como as bielas (Figura 8). Os nós são as regiões de encontro entre as bielas e os tirantes. A depender das forças aplicadas, as áreas tracionadas e comprimidas podem variar e com elas o detalhamento do elemento quanto a bielas e tirantes.

Figura 8: Modelo de Bielas e Tirantes



Fonte: Leonhardt e Mönnig (1977)

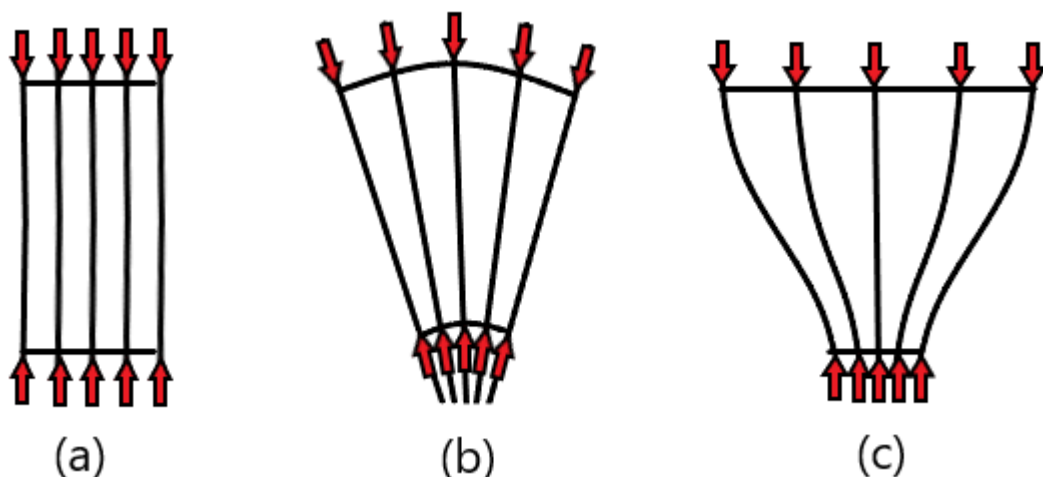
Este método foi por fim idealizado por Schlaich, Schafer e Jennewein (1987) *apud* Dos Santos (2012) e é baseado no teorema estático da teoria da plasticidade, o qual define que existe um carregamento com valor igual ao limite inferior do carregamento responsável pela ruptura do elemento. Este carregamento gera campos de tensões estáticos e plasticamente admissíveis, ou seja, o equilíbrio no elemento é alcançado e os materiais resistem aos esforços solicitados.

Ele considera todos os tipos de cargas ao mesmo tempo, como normal, cortante, momento e torção, e a sua solução não é única, mas existem técnicas que definem qual o melhor resultado a ser adotado e este será o que tiver menos número de tirantes e menores tamanhos para as bielas. O cálculo das forças é realizado através do equilíbrio interno e externo das componentes da treliça. Com o cálculo dos esforços é possível definir a armadura necessária no consolo e o quanto as bielas e os nós devem resistir.

Como dito anteriormente, as bielas representam os campos de tensões de compressão do concreto e podem ser classificadas de três maneiras diferentes, prismáticas, leques e garrafas. As bielas prismáticas são quando o concreto atinge seu rendimento máximo, pois não existem tensões de tração, somente de tensões de compressão uniformes (Figura 9a) (CARVALHO *ET AL.*, 2016).

Para as bielas leques também não ocorrem tensões de tração, porém as tensões de compressão se distribuem radialmente (Figura 9b). Já as bielas garrafas são formadas por regiões com tensões de compressão e tensões transversais de tração, demonstrando ser a área onde o concreto tem menos eficiência e devem ser utilizadas para os cálculos de resistência e dimensionamento do consolo (Figura 9c).

Figura 9: Classificação das Bielas



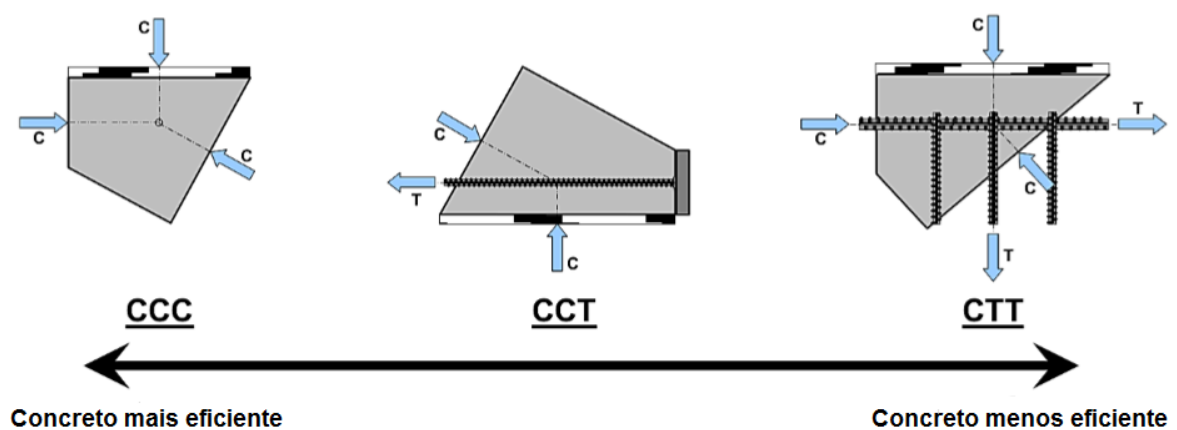
Fonte: Adaptado de Dos Santos e Stucchi (2012)

Os nós são formados pelo encontro de três ou mais bielas ou tirantes e servem para representar uma mudança na direção das forças no elemento. Campos Filho (2018) sugere que eles podem ter duas classificações, quanto ao campo de tensões e quanto ao tipo de forças que chegam ao mesmo. A primeira classificação divide os nós em singulares ou concentrados e distribuídos ou contínuos. Já a segunda, em CCC, CCT, CTT e TTT.

Singulares ou concentrados são os nós que recebem uma força de tração ou compressão concentrada, necessitando de maior cautela em sua análise. Já os distribuídos ou contínuos são os que campos de tensão são distribuídos em uma área do concreto e não são críticos, já que podem ser absorvidos por barras de armadura.

Para a segunda classificação (Figura 10) existe o CCC que é quando o nó recebe somente bielas, o CCT nas situações que chega apenas um tirante ao nó, o CTT quando há apenas uma biela circundando o nó e TTT quando não existem bielas na região nodal. Os nós CCC representam as regiões onde o concreto tem sua maior eficiência, já os TTT, menor eficiência (DOS SANTOS, 2006).

Figura 10: Classificação dos Nós



Fonte: Dos Santos (2012)

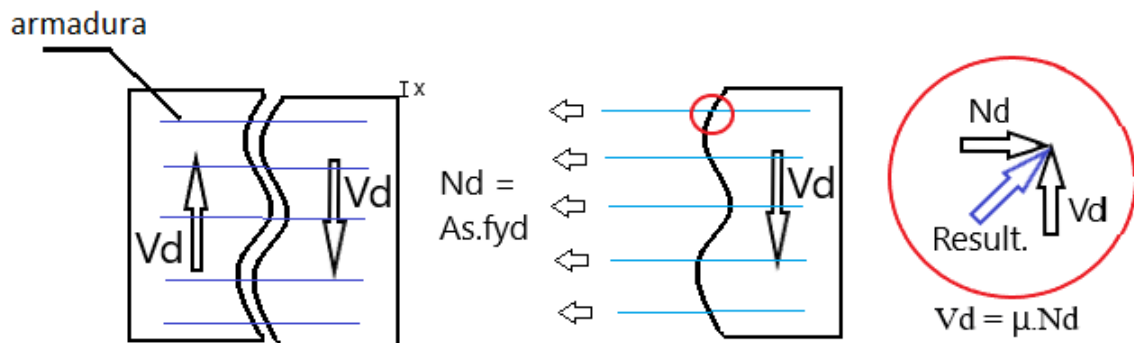
O dimensionamento da resistência do concreto é realizado a partir dos cálculos da biela mais solicitada em uma seção fictícia e a tensão de escoamento do aço, de acordo com a área de armadura do tirante. A resistência dos nós também deve ser verificada para que as forças estejam balanceadas e as barras devidamente ancoradas. No caso da armadura de costura, recomenda-se que seja distribuída nos primeiros 2/3 da altura útil do consolo (FERNANDES e EL DEBS, 2005).

3.6 Modelo de Atrito-Cisalhamento

Os consolos muito curtos são dimensionados através do modelo de atrito-cisalhamento. Quando a relação a/d é menor que 0,5, as seções têm uma tendência de deslocarem verticalmente no plano de cisalhamento formado pela interseção entre o pilar e o consolo (MACHADO e PIMENTA, 2000a).

Como a superfície é irregular, além do deslocamento vertical ocorre o deslocamento horizontal, gerando forças normais. Porém, para que este problema seja evitado, utilizam-se armaduras horizontais que cruzam a região e combatem as forças normais ocasionadas pelo deslocamento (Figura 11). Contendo as forças de atrito, a força cisalhante se equilibra e as forças atuantes no consolo são transmitidas para o pilar.

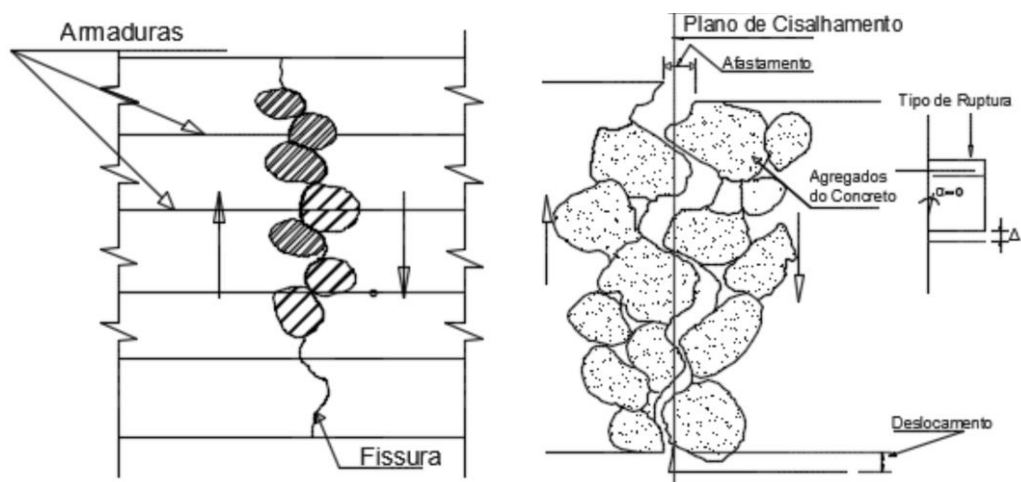
Figura 11: Modelo de Atrito-Cisalhamento



Fonte: Adaptado de Machado e Pimenta (2000a)

Como a distância da força aplicada à face do pilar é muito pequena com relação à altura útil, a biela comprimida fica menos inclinada, percorrendo um fluxo mais curto. De acordo com Carvalho *et al.* (2016), o atrito devido aos agregados e a união química das partículas do concreto pode contribuir com a resistência ao deslizamento, porém, quando começam a ocorrer fissuras, essa ligação química se rompe e tensões cisalhantes passam a ser transmitidas pelos agregados e resistidas principalmente pela armadura que atravessa a fenda (Figura 12). Por isso, o tipo de concreto utilizado é de extrema importância para a resistência do consolo.

Figura 12: Influência dos Agregados no Modelo Atrito-Cisalhamento



Fonte: Carvalho *et al.* (2016)

À medida que ocorre a fissura por cisalhamento, aumenta a força normal no aço e uma armadura adicional à previamente determinada deve ser calculada. O posicionamento da armadura não é definido através desse método, porém o detalhamento pode ser feito da mesma maneira utilizada no modelo de bielas e tirantes, sempre considerando que a área de aço para consolos muito curtos, definida pelo método de atrito-cisalhamento, deve ser sempre maior que a calculada pelo de bielas e tirantes (TORRES e PINHEIRO, 200?).

Apesar de a teoria de atrito-cisalhamento não definir o posicionamento da armadura horizontal, esta é geralmente disposta uniformemente ao longo da região propícia à fissuração, mesmo existindo uma excentricidade da força aplicada. Segundo Fernandes e El Debs (2005), partindo da premissa demonstrada no modelo de bielas e tirantes que a parte inferior do consolo não contribui com a resistência, a armadura de costura pode ser disposta até 2/3 da altura útil com relação ao banzo superior.

3.6.1 Ensaios do tipo push-off

Segundo Alkatan (2016), a teoria de atrito-cisalhamento assume que as forças de cisalhamento paralelas às interfaces de concreto são transmitidas apenas por atrito. Porém, se uma trinca for criada ao longo do plano de cisalhamento e existir armadura que atravessasse esse plano, os elementos de concreto interconectados tenderão a se separarem devido à rugosidade das faces.

A falha ocorre deslizando ao longo do plano de cisalhamento e a abertura da trinca ao redor dos agregados. O aço que interliga as faces é tensionado, em consequência da

separação, e uma força de atrito proporcional à força de tensão do aço é ativada para existir o equilíbrio do sistema (MATTOCK; LI; WANG, 1976).

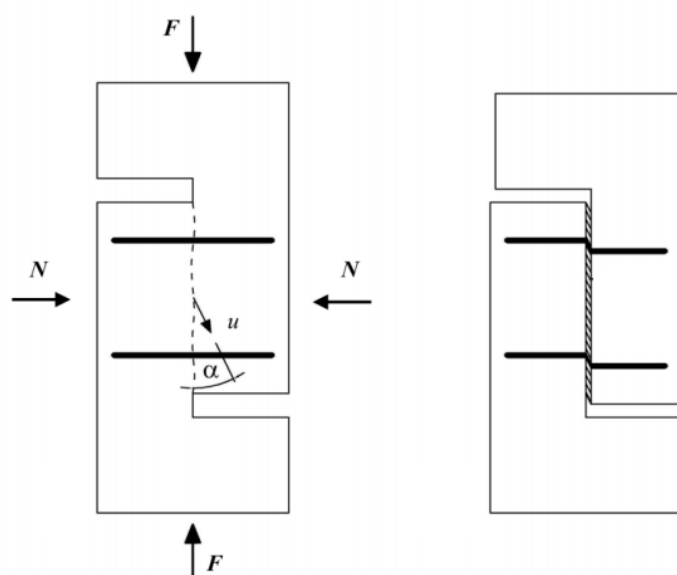
Isso leva a uma dedução de que a força de cisalhamento é diretamente proporcional à tensão de confinamento ($\rho \cdot f_y$). Na realidade, de acordo com Mattock (1976), a resistência ao cisalhamento é fornecida por uma combinação de resistência ao atrito, resistência ao cisalhamento das rugosidades nas faces da fissura e da resistência da armadura que atravessa a fenda.

Com a necessidade do aumento na precisão dos projetos, é muito importante obter a quantidade de armadura necessária para resistir à transferência de cisalhamento através de uma interface entre dois membros de concreto que podem deslizar um em relação ao outro.

Com isso, foram criados os ensaios do tipo *push-off*, que têm como finalidade analisar a resistência ao cisalhamento de interfaces de concreto em pontos críticos de tensão. Eles permitem a aplicação de uma força de cisalhamento diretamente ao longo da interface de ligação (BANTA, 2005).

Como explicado por Pereira (2016), para desenvolver os corpos de prova são criadas duas formas em formato de “L”, ligadas entre si na parte central. Deve-se deixar uma abertura nas duas extremidades da ligação para que possa observar o comportamento dos espécimes mesmo após a ruptura, como mostra a Figura 13.

Figura 13: Corpos de prova do tipo *push-off*



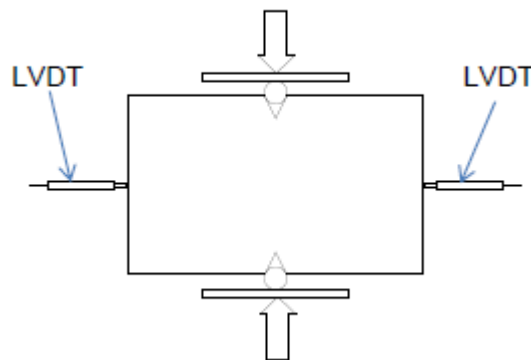
Fonte: Foster *et al.* (2017)

Nos casos que existem uma fissura em uma amostra de *push-off*, a tensão de cisalhamento pode ser determinada com precisão suficiente sem qualquer modelagem adicional, diferentemente dos casos em que não ocorre o pré-fissuramento (DA SILVA, 2017). Uma rachadura no plano de cisalhamento reduz a resistência ao cisalhamento final de amostras.

A trinca é produzida pela aplicação de cargas pontuais nas faces traseira e frontal da amostra ao longo da linha do plano de cisalhamento. Para fazer isso, Mattock (1976) explica que a amostra é colocada na posição horizontal e as cargas da linha aplicadas através de um par de barras de aço pela máquina de teste Baldwin. A dilatação da amostra normal ao plano de cisalhamento é medida usando instrumentos como Transdutores de Deslocamento Linear Variável (LVDTs). A Figura 14 demonstra a realização da fissura nos corpos de prova.

Devido ao efeito enfraquecedor observado de uma trinca no plano de cisalhamento, os espécimes do tipo *push-off* selecionados foram todos ensaios com consolos pré-fissurados, para que fosse possível obter valores de limite inferiores da resistência ao cisalhamento.

Figura 14: Realização de pré-fissuras e medição de dilatação nas amostras



Fonte: Pereira (2016)

3.7 Normas para consolos

3.7.1 NBR -9062 (2017) (norma brasileira)

3.7.1.1 Critérios de segurança

As normas NBR-6118 (2014) e NBR-8681 (2004) definem os critérios de segurança, valores característicos, valores de cálculo, coeficientes de minoração e de majoração e armadura de

cintamento no topo do pilar. O coeficiente de majoração deve ser multiplicado por um fator γ_n , sendo que:

a) no caso de elementos pré-fabricados:

$\gamma_n = 1,0$, quando a carga permanente for preponderante;

$\gamma_n = 1,1$, em caso contrário.

b) nos elementos pré-moldados:

$\gamma_n = 1,1$, quando a carga permanente for preponderante;

$\gamma_n = 1,2$, em caso contrário.

3.7.1.2 Hipótese de cálculo

As hipóteses para o cálculo de consolos devem obedecer às seguintes condições:

a) para $1,0 < a/d \leq 2,0$: o dimensionamento é feito como viga em balanço, aplicando-se o disposto na NBR-6118 (2014) para flexão e força cortante;

b) para $0,5 < a/d \leq 1,0$ (consolos curtos): o dimensionamento é feito segundo o modelo matemático de uma treliça de barras, uma tracionada ou tirante e outra comprimida ou biela e as demais como barras da armadura de costura;

c) para $a/d \leq 0,5$ (consolos muito curtos): o dimensionamento é feito supondo a ruptura ao longo do plano de ligação do consolo com seu suporte, podendo-se considerar o efeito favorável de engrenamento dos agregados;

d) despreza-se o eventual efeito favorável de cargas horizontais que comprimam o plano de ligação entre o consolo e o elemento de sustentação;

e) considera-se que o efeito de cargas horizontais que tracionem o plano de ligação entre o consolo e o elemento de sustentação seja absorvido integralmente pelo tirante;

3.7.1.3 Disposições construtivas

A altura da face externa do consolo não pode ser menor que a metade da altura do consolo no engastamento, deduzido o afastamento do aparelho de apoio à borda externa: $h_1 \geq h/2 - a_2$

A distância a_2 da face externa do aparelho de apoio à face externa do consolo deve ser no mínimo:

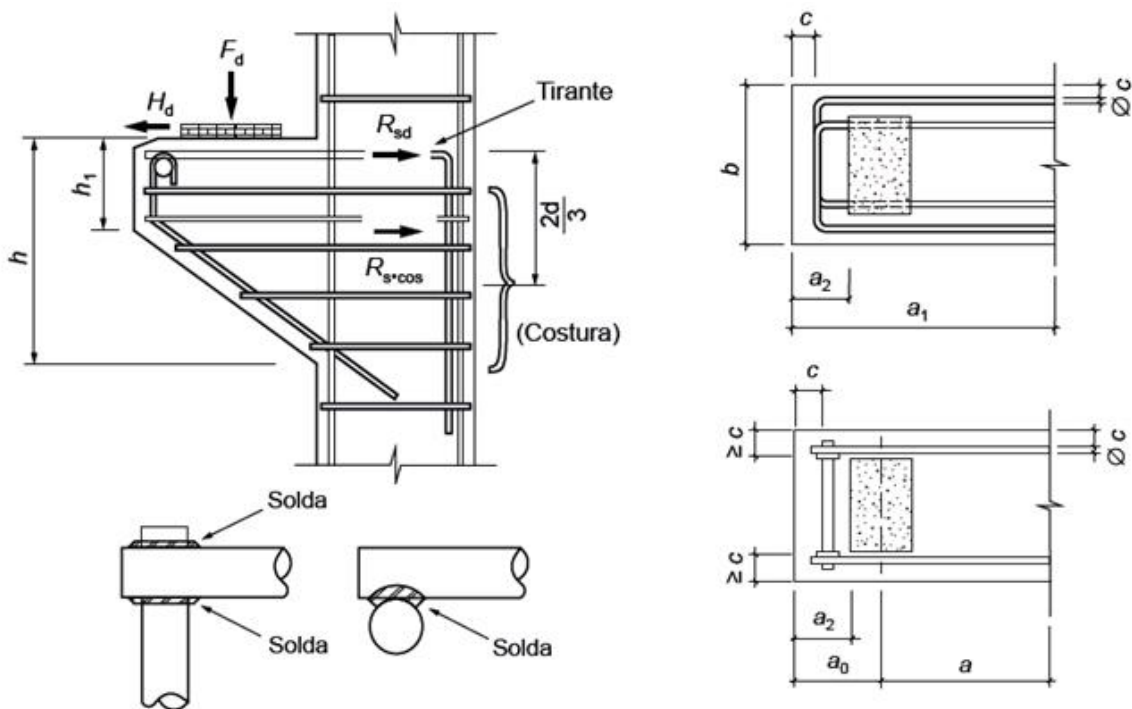
a) $a_2 = c + \emptyset$, para o tirante ancorado por barra transversal soldada de mesmo diâmetro;

- b) $a_2 = c + 3,5\phi$, para o tirante ancorado por alças horizontais com $\phi < 20$ mm;
- c) $a_2 = c + 5\phi$, para o tirante ancorado por alças horizontais com $\phi \geq 20$ mm;
- d) $a_2 = c + 4\phi$, para o tirante ancorado por alças verticais, com $\phi \leq 16$ mm.

onde c é a distância da face externa do consolo à face externa da barra transversal e ϕ é o diâmetro da barra transversal.

As notações utilizadas na NBR 9062 (2017) podem ser observadas na Figura 15.

Figura 15: Notações utilizadas na NBR 9062



Fonte: NBR 9062 (2017)

3.7.1.4 Ações horizontais

Na ausência de impedimento ao movimento horizontal, permite-se estimar a força horizontal H_d pela vertical F_d como a seguir:

- a) $H_d = 0,8F_d$ para juntas a seco;
- b) $H_d = 0,5F_d$ para elemento assentado com argamassa;
- c) $H_d = 0,16F_d$ para aparelhos de apoio de elastômero;
- d) $H_d = 0,08F_d$ para aparelhos de apoio revestidos de plástico politetrafluoretileno (PTFE);
- e) $H_d = 0,25F_d$ para apoios realizados entre chapas metálicas não soldadas;
- f) $H_d = 0,4F_d$ para apoios realizados entre concreto e chapas metálicas;

- g) para a concretagem no local, ligação por meio de solda ou apoio com graute, é obrigatório o estudo detalhado do valor da força horizontal aplicada na ligação;
- h) podem ser utilizados valores diferentes dos apresentados, desde que justificados por modelo de cálculo.

3.7.1.5 Cálculo das armaduras

a) Armadura do tirante

O tirante não pode ter diminuição de seção transversal entre o ponto de aplicação da carga e o engastamento, exceto quando a/d for maior que 2. Neste caso, o cálculo do consolo é feito aplicando-se o disposto na NBR-6118 (2014) para vigas.

Para os consolos curtos, com $0,5 < a/d \leq 1,0$, admite-se para a armadura total do tirante:

$$A_{s,tir} = A_{sv} + \frac{H_d}{f_{yd}} \quad (3.1)$$

$$A_{sv} = (0,1 + a/d) \cdot \frac{F_d}{f_{yd}} \quad (3.2)$$

onde $A_{s,tir}$ é a área total de aço concentrada no tirante, A_{sv} é a armadura que resiste à força vertical, a é a posição do carregamento em relação a interface consolo pilar, d é a altura útil do consolo e f_{yd} é a resistência de cálculo do aço ($f_{yd} = f_{yk}/1,15$).

Para consolos muito curtos, com $a/d \leq 0,5$, admite-se que a armadura total do tirante seja a seguinte:

$$A_{s,tir} = A_{sv} + \frac{H_d}{f_{yd}} \quad (3.3)$$

$$A_{sv} = 0,8 \cdot \frac{F_d}{(f_{yd} \cdot \mu)} \quad (3.4)$$

onde:

μ é igual a 1,4 para concreto lançado monoliticamente;

μ é igual a 1,0 para concreto lançado em superfície rugosa;

μ é igual a 0,6 para concreto lançado sobre concreto endurecido com interface lisa.

A ancoragem do tirante no elemento-suporte do consolo deve obedecer às especificações da NBR-6118 (2014).

b) Armadura mínima do tirante

Na seção de engastamento, a taxa mecânica de cálculo (ω) deve ser superior a 0,04 para os consolos com $a/d \leq 2$.

$$\omega = \rho \cdot f_{yk} / f_{ck} > 0,04 \quad (3.5)$$

$$\rho = A_{s,tir} / b \cdot d \quad (3.6)$$

onde ρ é a taxa de armadura, f_{yk} é a resistência característica de escoamento do aço, f_{ck} é a resistência característica à compressão do concreto e b é a largura do consolo.

c) Armadura de costura

A armadura de costura é obrigatória e considerada adequada quando:

Para consolos curtos, com $0,5 < a/d \leq 1,0$, adota-se o seguinte valor de armadura, distribuída em $2/3 d$, adjacentes ao tirante:

$$A_{s,cost} / s \geq 0,4 \cdot (A_{sv} / d) \quad (3.7)$$

$$s = 2/3 \cdot d \quad (3.8)$$

onde $A_{s,cost}$ é a área de aço da armadura de costura.

Para consolos muito curtos, com $a/d \leq 0,5$, adota-se o seguinte valor de armadura, distribuída em $2/3 d$, adjacentes ao tirante:

$$A_{s,cost} / s \geq 0,5 \cdot (A_{sv} / d) \quad (3.9)$$

d) Armadura mínima de costura

A armadura mínima de costura deve ser utilizada para completar o terço restante da altura útil, no caso de consolos muito curtos.

$$A_{s,cost \text{ mín}} = 0,15 \cdot b \left(\frac{cm^2}{m} \right) \quad (3.10)$$

onde $A_{s,cost \text{ mín}}$ é a área de aço mínima da armadura de costura por metro.

e) Armadura transversal

Nos consolos com $a/d > 1,0$, calcula-se a armadura transversal pela NBR-6118 (2014), fazendo $V_{c0} = 0$.

Nos consolos sujeitos a cargas diretas com $a/d \leq 1,0$, os estribos verticais, são construtivamente necessários e escolhidos pelas taxas mínimas de:

$$A_{s,transv} = 0,15 \cdot b \cdot h \quad (3.11)$$

onde $A_{s,transv}$ é a área de aço da armadura transversal e h é a altura total do consolo na seção de engastamento.

f) Armadura de suspensão

Deve existir armadura de suspensão capaz de resistir à totalidade das cargas ou reações indiretas de cálculo com tensão f_{yd} , não se adotando $f_{yd} > 435$ MPa.

$$A_{s,susp} = F_d / f_{yd} \quad (3.12)$$

onde $A_{s,susp}$ é a área de aço da armadura de suspensão.

3.7.1.6 Verificação da biela comprimida

Para consolos curtos com $0,5 < a/d \leq 1,0$, a tensão de compressão na biela inclinada não pode ultrapassar:

a) f_{cd} para carga direta;

b) $0,85f_{cd}$ para carga indireta.

Para consolos muito curtos com $a/d \leq 0,5$, para as condições de compressão diagonal em função da tensão de cisalhamento τ_{wd} , adota-se:

$$\tau_{wu} = 3,0 + 0,9 \cdot \rho \cdot f_{yd} \leq 0,27 \cdot \left(1 - f_{ck}/250 \right) \cdot f_{cd} \quad (3.13)$$

$$\tau_{wu} \leq 8 \text{ MPa} \quad (3.14)$$

onde τ_{wu} é a tensão de cisalhamento última e f_{cd} é a resistência de cálculo do concreto ($f_{cd} = f_{ck}/1,4$).

3.7.2 ACI 318-08 (2008) (norma americana)

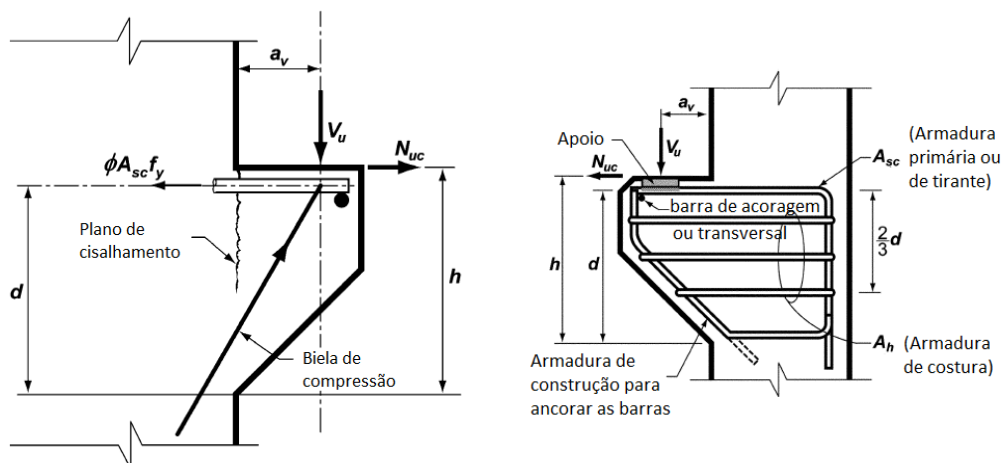
3.7.2.1 Critérios da norma

- A relação a_v/d não pode ser superior a 1,0 (as trincas de tensão diagonais são menos inclinadas e o uso de estribos horizontais não é apropriado e este método de projeto só foi validado experimentalmente para a/d menor ou igual à unidade);
- A força de tração horizontal fatorada, N_{uc} , não pode ser maior que V_u (este método de projeto só foi validado experimentalmente para N_{uc} menor ou igual a V_u , incluindo N_{uc} igual a zero);
- A profundidade na borda externa da área do rolamento não deve ser inferior a $0,5 d$ (uma profundidade mínima é necessária na borda externa, de modo que uma falha prematura não ocorra);
- A seção na face do suporte deve ser projetada para resistir simultaneamente a V_u , um momento fatorado $[V_u \cdot a_v + N_{uc} \cdot (h - d)]$, e uma força de tração horizontal fatorada, N_{uc} ;
- Em todos os cálculos de dimensionamento Ω será considerado igual a 0,75 (o comportamento é predominantemente controlado pelo cisalhamento; portanto, o valor de $\Omega = 0,75$ é necessário para todas as condições de projeto).

onde a_v é a posição do carregamento em relação a interface consolo pilar, N_{uc} é a força de tração horizontal aplicada na parte superior do consolo, V_u é a força vertical de cisalhamento e Ω é o fator de redução de força.

As notações utilizadas na ACI 318-08 (2008) estão dispostas na Figura 16.

Figura 16: Notações utilizadas na ACI 318-08



Fonte: Adaptado da ACI 318-08 (2008)

Para a teoria de atrito-cisalhamento, quando a armadura de cisalhamento é perpendicular ao plano de fissuração, a resistência ao cisalhamento nominal é dada por:

$$V_n = A_{vf} \cdot f_y \cdot \mu \quad (3.15)$$

onde V_n é a força nominal total resistente ao cisalhamento, A_{vf} é a área de armadura total de cisalhamento, f_y é a tensão característica do aço e μ é o coeficiente de atrito.

A área necessária da armadura de cisalhamento A_{vf} é calculada usando o limite superior especificado na resistência ao cisalhamento:

$$A_{vf} = \frac{V_u}{\phi \cdot f_y \cdot \mu} \quad (3.16)$$

Na teoria do atrito-cisalhamento modificado, quando a armadura de cisalhamento é perpendicular ao plano de fissuração, a resistência ao cisalhamento nominal V_n é dada por:

$$V_n = 0,8 \cdot A_{vf} \cdot f_y + A_c \cdot K_1 \quad (3.17)$$

onde A_c é a área da seção de concreto que resiste ao cisalhamento e $K_1 = 2,76$ MPa para concreto normal, 1,38 MPa para concreto leve e 1,72 MPa para concreto semi-leve com areia natural.

Esses valores de K_1 aplicam-se tanto a concreto fundido monoliticamente quanto a concreto moldado contra concreto endurecido com superfície rugosa.

Quando o concreto é colocado contra concreto previamente endurecido, a interface para transferência de cisalhamento deve estar limpa e livre de impurezas.

Nesta equação, o primeiro termo representa a contribuição do atrito para a resistência ao cisalhamento (0,8 representando o coeficiente de atrito). O segundo termo representa a soma da resistência ao cisalhamento das faces irregulares das fissuras e das armaduras.

Ao usar o método de atrito-cisalhamento modificado, o termo $(A_{vf} \cdot f_y / A_c)$ não deve ser inferior a 1,38 MPa para que as equações de projeto sejam válidas.

O coeficiente de atrito μ deve ser tomado como:

- Concreto aplicado monoliticamente: $\mu = 1,4\lambda$
- Concreto aplicado sobre superfície de concreto endurecido intencionalmente áspera $\mu = 1,0\lambda$
- Concreto aplicado sobre superfície de concreto endurecido não intencionalmente áspera $\mu = 0,6\lambda$

- Concreto ancorado à estrutura de aço por pinos ou por barras de reforço $\mu = 0,7\lambda$

onde $\lambda = 1,0$ para concreto normal e $\lambda = 0,75$ para concreto leve. Caso contrário, λ deve ser determinado com base em proporções volumétricas de agregados leves e normais, mas não deve exceder $\lambda = 0,85$.

Para concreto de densidade normal colocado ou monoliticamente ou contra concreto endurecido com superfície intencionalmente áspera, V_n não deve exceder o menor de:

- $0,2 \cdot f_c \cdot b \cdot d$;
- $(480 + 0,08 \cdot f_c) \cdot b \cdot d$;
- $1600 \cdot b \cdot d$.

(3.18)

onde f_c é a resistência característica do concreto.

Para todos os outros casos, V_n não deve exceder o menor de $0,2 \cdot f_c \cdot A_c$ ou $800 \cdot A_c$.

Para concreto semi-leve com areia natural ou leve, V_n não deve ser maior que o menor de:

- $(0,2 - 0,07 \cdot a_v/d) \cdot f_c \cdot b \cdot d$;
- $(800 - 280 \cdot a_v/d) \cdot b \cdot d$.

(3.19)

Os testes mostraram que a resistência máxima ao cisalhamento de consolos de concreto leve é uma função tanto de f_c como de a_v/d . Não há dados disponíveis para consolos feitos de concreto semi-leve-com areia natural.

3.7.2.2 Cálculo de armaduras

A armadura A_n para resistir à força normal fatorada N_{uc} deve ser determinada a partir de:

$$\phi \cdot A_n \cdot f_y \geq N_{uc} \quad (3.20)$$

A força normal fatorada, N_{uc} , não deve ser menor que $0,2V_u$, a menos que sejam feitas provisões para evitar forças de tração. N_{uc} deve ser considerado como uma carga viva mesmo que a tensão resulte de restrição de fluência, dilatação ou mudança de temperatura.

A área da armadura de tirante A_{sc} não deve ser menor que a maior de:

- $(A_f + A_n)$;
- $(2/3 \cdot A_{vf} + A_n)$.

(3.21)

onde A_f é a área de armadura que deve resistir ao momento fatorado.

A quantidade total de armadura ($A_{sc} + A_h$) necessária para atravessar a face de apoio deve ser a maior de:

- A soma de A_{vf} e A_n ; (3.22)
- A soma de $1,5A_f$ e A_n .

Se (a) controla, $A_{sc} = (2/3 \cdot A_{vf} + A_n)$ é necessário como armadura de tirante, e o restante $1/3 \cdot A_{vf}$ deve ser fornecido como estribos fechados paralelos a A_{sc} e distribuídos dentro de $2/3 \cdot d$, adjacentes a A_{sc} .

Se (b) controla, $A_{sc} = (A_f + A_n)$ é necessário como armadura de tirante, e os $1/2 \cdot A_f$ restantes deverão ser fornecidos como estribos fechados paralelos a A_{sc} e distribuídos dentro de $2/3 \cdot d$, adjacentes a A_{sc} .

A área total dos estribos fechados ou armadura de costura (A_h) não deve ser inferior a:

$$A_h > 0,5 \cdot (A_{sc} - A_n) \quad (3.23)$$

Deve-se distribuir A_h uniformemente dentro de $2/3 \cdot d$ adjacente à armadura de tirante. Estribos fechados paralelos à armadura de tirante são necessários para evitar uma falha prematura de tensão diagonal do consolo.

Uma quantidade mínima de armadura é necessária para evitar a possibilidade de falha súbita, caso o suporte ou concreto desmoldado trinque sob a ação do momento de flexão e força de tração para fora:

$$A_{sc}/b \cdot d \geq 0,04 \cdot f_c/f_y \quad (3.24)$$

Na face frontal do consolo, a armadura de tirante deve ser ancorada:

- a) por uma solda a uma barra transversal de diâmetro pelo menos igual;
- b) dobrando a armadura de tirante de volta para formar uma alça horizontal;
- c) por outros meios de ancoragem positiva.

3.8 Outras Pesquisas

Conforme Torres (1998), o primeiro pesquisador a estudar sobre consolos foi Rausch em 1931, recomendando dimensionamento através de uma analogia às vigas, seguido por Niedenhoff em 1961 que sugeriu um cálculo baseado em uma treliça, onde as tensões de

tração seriam resistidas pelas armaduras e as de compressão, pelo concreto. Após isso, foram aparecendo diversos estudos acerca dos projetos de consolos e vários tiveram grande destaque, pois contribuíram fortemente para o conhecimento adquirido até os dias de hoje.

3.8.1 *Franz e Niedenhoff (1963)*

Complementando as pesquisas realizadas por Niedenhoff em 1961, eles definiram os percursos das tensões no consolo por experimentos com fotoelasticidade e recomendaram uma treliça com altura igual a 80% da altura do consolo. Além disso, como mostrado anteriormente, eles perceberam que os consolos poderiam ser chanfrados sem perdas significativas em suas resistências e que os estribos colaborariam com a absorção das tensões restantes.

3.8.2 *Kriz e Raths (1965)*

Kriz e Raths ensaiaram no laboratório da Associação de Cimento Portland dos Estados Unidos 195 consolos divididos entre elementos simétricos e consolos com forças verticais e horizontais. Os itens ensaiados foram submetidos a variações de resistência do concreto, relações a/d , presença de armadura de costura, área das armaduras e carregamentos. Com isso, demonstraram a importância do detalhamento dos consolos e propuseram equações para seus cálculos.

3.8.3 *Mast (1968)*

Com base nos experimentos realizados por Kriz e Raths, Mast definiu um modelo semi-empírico chamado de atrito-cisalhamento, prevendo uma ruptura por forças cisalhantes especialmente para consolos muito curtos.

3.8.4 *Hermansen e Cowan (1974)*

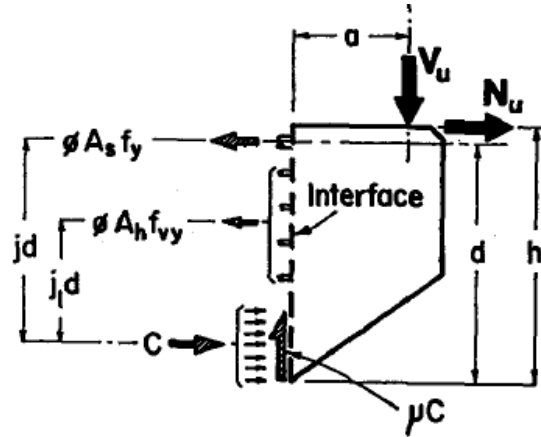
Também realizaram experimentos em 40 consolos variando carregamentos, presença de estribos e relação a/d e definiram alguns modos de ruptura como por flexão, por cisalhamento e por efeitos secundários. Além disso, propuseram modelos de cálculo para consolos que rompem por flexão e acrescentaram uma parcela de coesão no modelo descrito por Mast.

3.8.5 *Mattock, Chen e Soonswang (1976)*

Os ensaios realizados nesta pesquisa envolveram 28 consolos diferentes entre si com relação à presença de estribos horizontais, área de armadura principal, tipo de agregado, razão a/d e carregamento aplicado. Mattock, Chen e Soonswang (1976) sugeriram que o cálculo

fosse realizado a partir do menor valor encontrado a partir dos métodos existentes e adicionaram propostas para a norma ACI 318-71 (Figura 17).

Figura 17: Ensaio Realizado por Mattock, Chen e Soonswang



Fonte: Mattock, Chen e Soonswang (1976)

3.8.6 Leonhardt e Mönning (1977)

Apresentaram um modelo semelhante ao de Hagberg, porém com a armadura de costura estaria distribuída na altura de $2d/3$, calculando-se a influência de cada barra e definindo uma equação para o cálculo da resistência das barras de aço.

3.8.7 Hagberg (1983)

Propôs um modelo que considera a armadura de costura e que, através de dados como propriedades geométricas e físicas, pode obter o valor da força máxima suportada pelo elemento. Neste método, admite-se que a armadura de costura está concentrada a uma altura de $2/3$ a partir do banzo superior, pois abaixo dela não existem maiores contribuições para resistência à tração.

3.8.8 Naegeli (1988)

Naegeli realizou ensaios com consolos não simétricos curtos e muito curtos, onde os pilares ligados a eles poderiam ter ou não cargas axiais. Notando-se que tanto a simetria como a carga no pilar influenciam no controle das fissuras e no dimensionamento do consolo. Além disso, os resultados obtidos foram comparados com a norma.

3.8.9 Fattuhi (1990)

Utilizou fibras no concreto no lugar da armadura secundária e ensaiou consolos ligados ao mesmo pilar em que a carga axial do pilar e as forças aplicadas nos consolos iam variando.

Notou-se que essa variação de carregamentos não influenciava no comportamento dos consolos.

3.8.10 Foster, Powell e Selim (1996)

Ao analisar 30 elementos diferentes entre si, percebeu-se que o concreto de alta resistência tem comportamento semelhante ao convencional e demonstrou-se a importância da armadura secundária.

3.8.11 Torres (1998)

Torres ensaiou consolos de alta resistência e concluiu que os estribos verticais servem apenas para dar ductilidade ao consolo na ruptura, também confirmou as propostas feitas por Naegali em 1997 para compor as normas existentes.

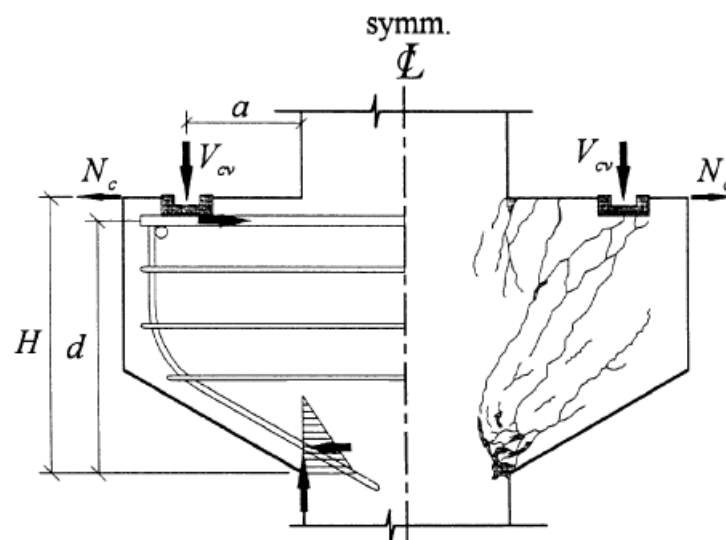
3.8.12 Machado (1998)

O autor comparou os resultados obtidos por seu ensaios com os encontrados na literatura e indicou um modelo baseado na teoria do bloco parcialmente carregado para o cálculo da armadura de costura.

3.8.13 Hwang, Lu e Lee (2000)

Nesta pesquisa foi proposto um modelo com base nas bielas e tirantes que garantia o equilíbrio e a compatibilidade da estrutura, mesmo com o concreto fissurado. O modelo possui uma base de cálculo complexa, porém os resultados são satisfatórios (Figura 18).

Figura 18: Ensaio Realizado por Hwang, Lu e Lee



Fonte: Hwang, Lu e Lee (2000)

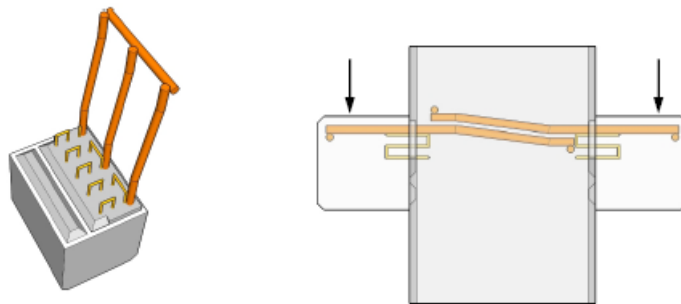
3.8.14 *Campione, La Mendola e Papia (2005)*

Analizou consolos com e sem armadura de costura e propôs modelos de cálculo para cada uma delas. Nos casos sem armadura foi indicada a realização do equilíbrio das forças na treliça para que se possa definir a força máxima resistente. Já nos casos com armadura, foi sugerida a utilização de uma segunda treliça para os cálculos que deve indicar as forças atuantes na armadura de costura.

3.8.15 *Costa (2009)*

Estudou a possibilidade da moldagem do consolo separadamente ao pilar. Primeiro inseriu-se as barras de aço e as fibras no consolo para que possa ser concretado com a ancoragem aparente. Com isso, o consolo foi unido ao pilar em fase distinta. Somente ao concretar o pilar é que as barras de aço em espera são inseridas (Figura 19).

Figura 19: Ensaio Realizado por Costa



Fonte: Costa (2009)

4 FORMULAÇÃO DE ATRITO-CISALHAMENTO PROPOSTA

A formulação desenvolvida para os cálculos do modelo de atrito-cisalhamento proposto foi baseada nos modelos desenvolvidos por Hermansen e Cowan (1974) e Mattock, Chen e Soongswang (1976). Esses pesquisadores foram muito importantes, pois estudaram o modelo de atrito-cisalhamento e o modificaram adicionando o termo de coesão à fórmula encontrada por Mast (1968).

Hermansen e Cowan (1974) também mostraram que este método melhorado tem resultados mais aprimorados do que os do modelo de atrito-cisalhamento desenvolvido pela norma ACI 318-71. Porém, eles utilizaram valores fixos de coeficiente de atrito (μ) e de tensão de coesão aparente (c_f), encontrados experimentalmente, considerando c_f igual a 2,76 e μ igual a 0,8 para concreto de densidade normal, 1,72 e 0,8 para concreto semi-leve com areia natural e 1,38 e 0,8 para concreto leve.

A teoria atrito-cisalhamento modificada é expressa pelas Equações (4.1) e (4.2):

$$V = c_f \cdot b \cdot d + \mu \cdot A_{sf} \cdot f_y \quad (4.1)$$

$$\tau_w = c_f + \mu \cdot \rho_{sf} \cdot f_y \quad (4.2)$$

onde V é a carga vertical resistente do consolo, A_{sf} é a área de armadura total do consolo, τ_w é a tensão de cisalhamento última resistente do consolo e ρ_{sf} é a taxa de armadura de atrito-cisalhamento.

Quando ocorre a atuação de carga horizontal, as Equações (4.1) e (4.2) de força e tensão devem ser alteradas para que seja considerada a contribuição desta força, como mostram os testes de Mattock, Johal e Chow (1975). As expressões de atrito-cisalhamento são modificadas para Equações (4.3) e (4.4).

$$V = c_f \cdot b \cdot d + \mu \cdot (A_{sf} \cdot f_y + H) \quad (4.3)$$

$$\tau_w = c_f + \mu \cdot (\rho_{sf} \cdot f_y + \sigma_N) \quad (4.4)$$

onde H é a força horizontal atuante no consolo e σ_N é a tensão normal correspondente.

A Tabela 1 mostra alguns valores sugeridos para os parâmetros dos modelos de atrito-cisalhamento tradicionais e modificados. Para a pesquisa em questão, foram definidos valores de coeficiente de atrito e de tensão de coesão aparente em função da resistência à compressão do concreto (f_c), como mostram as Equações (4.5) e (4.6).

$$\mu = \lambda \cdot f_c + \beta \quad (4.5)$$

$$c_f = \gamma \cdot f_c + \theta \quad (4.6)$$

onde λ, β, γ e θ são parâmetros a serem definidos.

Tabela 1: Parâmetros dos modelos de atrito-cisalhamento tradicional e modificado

Forma geral da equação: $(v_u)/(f_c) = c + \mu[\rho_v f_y]^a / [(f_c)^b] \leq K$					
Referência	c	μ	a	b	K
ACI (2005)	0	1,4	1	1	$0,2 \leq 5,5/f_c$
PCI (1992)	0	1,4 quando $\rho_v f_y < 4,14$ ou $1,4(2,07/\rho_v f_y + 0,5)$	1	1	-
Mattock e Hawkins (1972)	$2,8/f_c$	0,878 quando $\rho_v f_y \geq 1,4$	1	1	0,3
Mattock (1976)		0,8	1	1	0,3
Walraven et al. (1987)	0	$0,878(f'_c)$	$0,167(f'_c)$	1	0,3
Lin e Chen (1989)	0	$\sqrt{[1,75(f'_c)^{0,5}]/\rho_v f_y} \leq 1,43(f'_c)^{0,25}$	1	1	0,3
Mau e Hsu (1988)	0	0,66	0,5	0,5	0,3
Loov e Patnaik (1994)	0	0,573	0,45	0,45	0,3
Mattock (2001)	$0,1 \leq 5,517/f_c$	0,8 ^a	1	1	$0,3 \leq 16,5/f_c$
	0	2,25			

^a quando $\rho_v f_y \geq (c/1,45)$, aplicar valores da outra coluna.

Fonte: Mansur, Vinayagam e Tan (2008) *apud* Pereira (2016)

5 RESULTADOS

5.1 Dados Experimentais com Corpos de Prova Aleatórios

Inicialmente foram selecionados 389 experimentos encontrados na literatura, os mesmos utilizados por Vieira (2018) e referenciados em: Aziz e Othman (2010), Campione, La Mandola e Mangiavillano (2007), Campione, La Mandola e Papia (2005), Bourget, Delmas e Toutlemond (2001), Aziz (2001), Fernandes (1999), Nagrodzka-Godycka (1999), Torres (1998), Torres et al. (1997), Naegeli (1997), Reis e Torres (1996), Foster et al. (1996), Powel e Foster (1994), Fattuhi (1994), Yong e Balaguru (1994), Selim, Foster e Gowripalan (1993), Zeller (1991), Fattuhi (1990), Chakrabarti, Fararani e Kashou (1989), Fattuhi e Hughes (1989a), Fattuhi e Hughes (1989b), Fattuhi e Hughes (1989c), Naegeli (1988), Yong, Mccloskey e Nawy (1985), Mattock, Chen e Soonswang (1976), Franz (1976), Robinson (1975), Hermansen e Cowan (1974), Robinson (1969), Kriz e Rath (1965) e Franz e Niedenhoff (1963).

Destes 389 consolos, foram separados apenas os que possuíam a relação a/d inferior a $1/3$, para que fosse possível estudar mais a fundo os espécimes muito curtos e que obedecem melhor ao modelo de atrito-cisalhamento. O Anexo A mostra a lista de espécimes selecionados e seus respectivos dados detalhadamente.

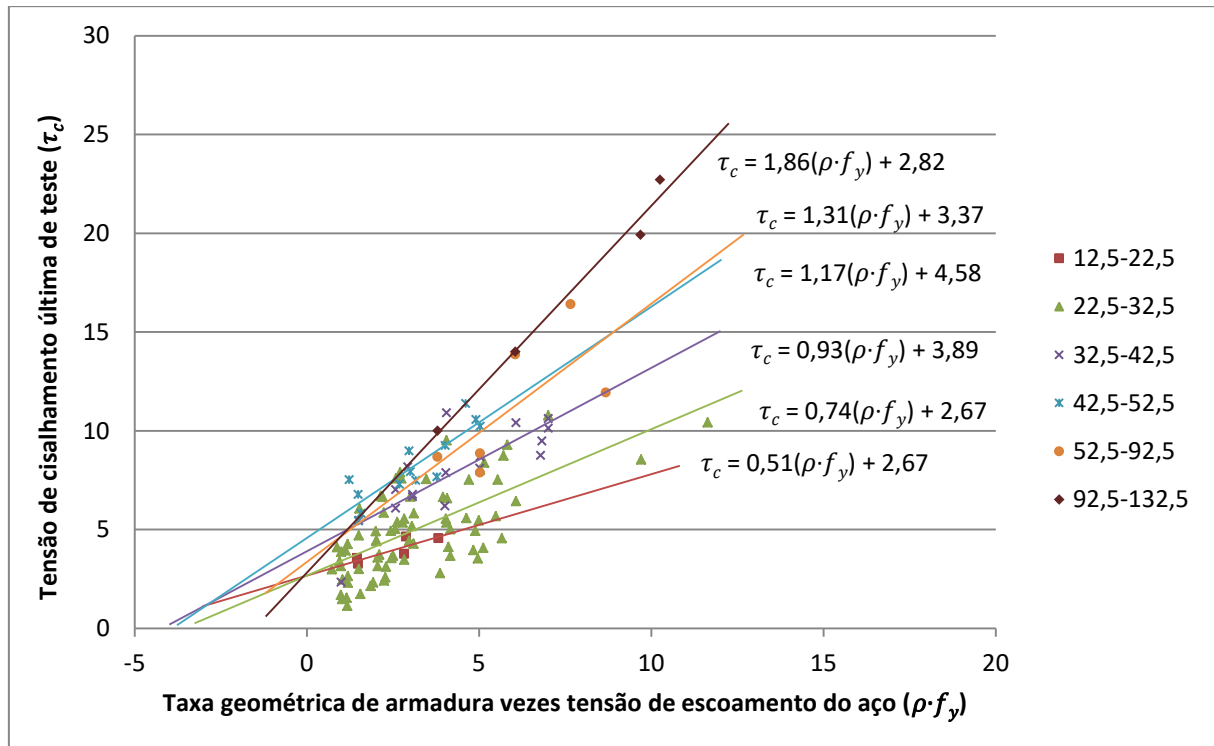
Os espécimes foram divididos em 6 grupos de acordo com a resistência à compressão do concreto utilizada em cada experimento (f_c). Os grupos escolhidos a princípio foram espaçados em intervalos de diferença de 10 MPa, porém a quantidade de amostras de consolos com resistência à compressão do concreto superior a 52,5 MPa era bastante reduzida e, por isso, os intervalos selecionados a partir deste valor foram mais espaçados. Os intervalos finais escolhidos estão demonstrados abaixo.

- 12,5 – 22,5 (seis espécimes);
- 22,5 – 32,5 (setenta e oito espécimes);
- 32,5 – 42,5 (dezenove espécimes);
- 42,5 – 52,5 (quinze espécimes);
- 52,5 – 92,5 (seis espécimes);
- 92,5 – 132,5 (quatro espécimes).

Com isso, foram desconsiderados os espécimes com incongruências em seus dados (total de cinco espécimes) e plotou-se um gráfico de tensão de cisalhamento última resistente

do consolo encontrada nos testes laboratoriais (τ_c) versus taxa geométrica de armadura existente de atrito-cisalhamento vezes a tensão de escoamento do aço ($\rho \cdot f_y$). A partir dos pontos encontrados no gráfico, adicionaram-se linhas de tendência para cada intervalo pré-definido, como mostra a Figura 20.

Figura 20: τ_c versus $\rho \cdot f_y$ para os 6 intervalos pré-definidos



Fonte: A autora

Nota-se que as linhas de tendência encontradas para os intervalos de 52,5 a 92,5 e de 92,5 a 132,5 MPa de resistência à compressão do concreto não estão seguindo o mesmo padrão encontrado para os demais dados selecionados. Portanto, os consolos com resistências à compressão mais elevadas (acima de 52,5 MPa) foram estudados separadamente.

O primeiro conjunto de dados analisado (conjunto de intervalos A) compreende os quatro primeiros intervalos, que têm um padrão de comportamento semelhante e obedecem a uma mesma lógica (de 12,5 a 52,5 MPa). Porém, como existiam valores com resistências à compressão entre 52,5 e 53 MPa, por estarem muito próximos do limite do conjunto, decidiu-se inseri-los no quarto intervalo e realizar o estudo de um segundo conjunto de dados, o conjunto de intervalos B (de 12,5 a 53 MPa).

Já os dados com resistências à compressão mais altas foram incluídos no conjunto de intervalos C (de 52,5 a 132,5 MPa). Os consolos com resistência entre 52,5 e 53 MPa também

estão inseridos neste conjunto para aumentar a precisão dos resultados, já que estão no limite entre os intervalos considerados. Os novos intervalos de dados escolhidos para análise estão representados na Tabela 2.

Tabela 2: Intervalos considerados para dados experimentais com corpos de prova aleatórios

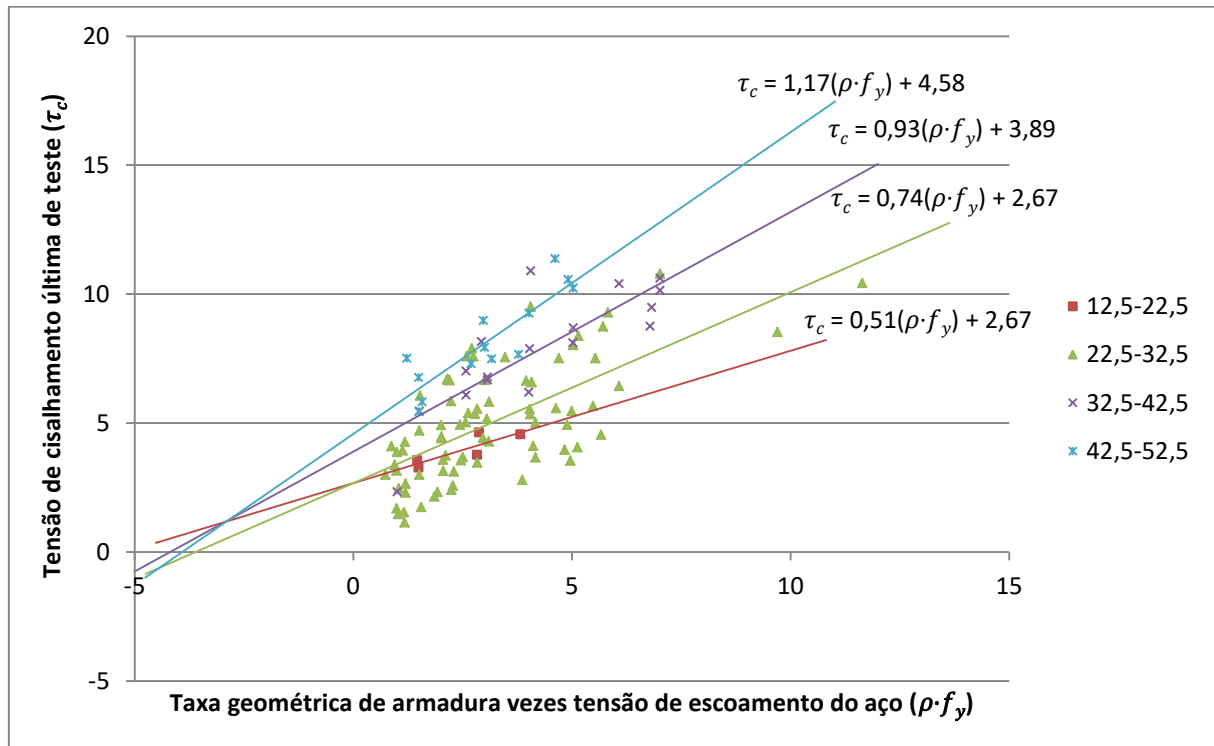
Conjunto de Intervalos A	Conjunto de Intervalos B	Conjunto de Intervalos C
12,5 – 22,5 (seis espécimes)	12,5 – 22,5 (seis espécimes)	52,5 – 92,5 (seis espécimes)
22,5 – 32,5 (setenta e oito espécimes)	22,5 – 32,5 (setenta e oito espécimes)	92,5 – 132,5 (quatro espécimes)
32,5 – 42,5 (dezenove espécimes)	32,5 – 42,5 (dezenove espécimes)	—
42,5 – 52,5 (quinze espécimes)	42,5 – 53 (dezesete espécimes)	—

Fonte: A autora

Ademais, é importante observar que apesar de os dados do intervalo de 22,5 a 32,5 MPa estarem um pouco dispersos, a reta encontrada a partir destes experimentos obedece uma lógica e tem coerência quando comparada às outras retas encontradas. Por ser o intervalo com maior número de espécimes, tentou-se dividi-lo em subintervalos. Porém, devido à dispersão dos dados, os resultados isolados de linhas de tendência dos subintervalos não foram tão satisfatórios como o resultado encontrado a partir de todos os setenta e oito espécimes.

5.1.1 *Conjunto de intervalos A*

O gráfico encontrado a partir do conjunto de intervalos A está representado na Figura 21. A partir da Figura 21, percebe-se que deve existir um polo por onde passa a família de retas encontradas. Então, definiram-se a união entre duas ou mais retas e um polo para a família, ajustando-se as demais retas para que possam também passar pelo polo definido.

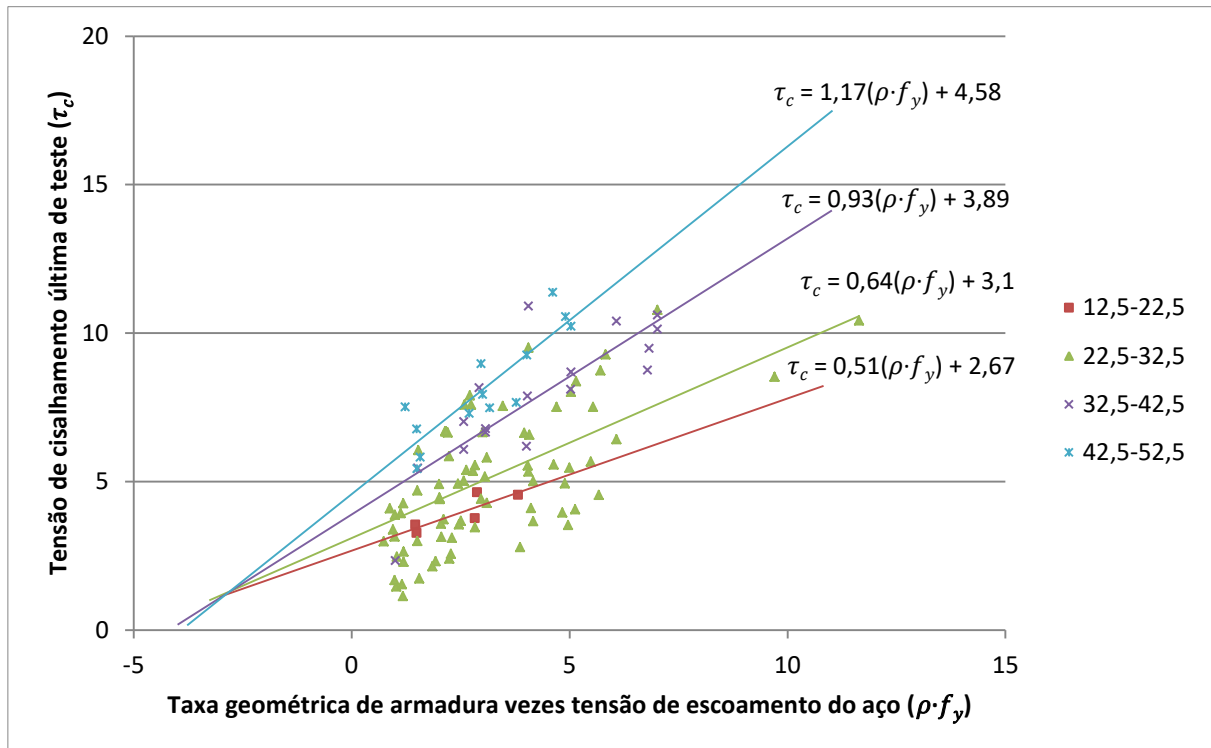
Figura 21: τ_c versus $\rho \cdot f_y$ para o conjunto de intervalos A

Fonte: A autora

A princípio estabeleceu-se o polo por onde passam as retas dos intervalos 42,5 a 52,5, 32,5 a 42,5 e 12,5 a 22,5 que equivale ao ponto aproximado de $(x;y) = (-2,83;1,28)$. Com isso, a reta com dados entre 22,5 e 32,5 teve que ser ajustada para que pudesse passar no polo definido. Foram escolhidas duas maneiras de ajuste, a primeira modificando-se a inclinação e a interseção da reta (Figura 22) e a segunda ajustando-se apenas a interseção da reta (Figura 23).

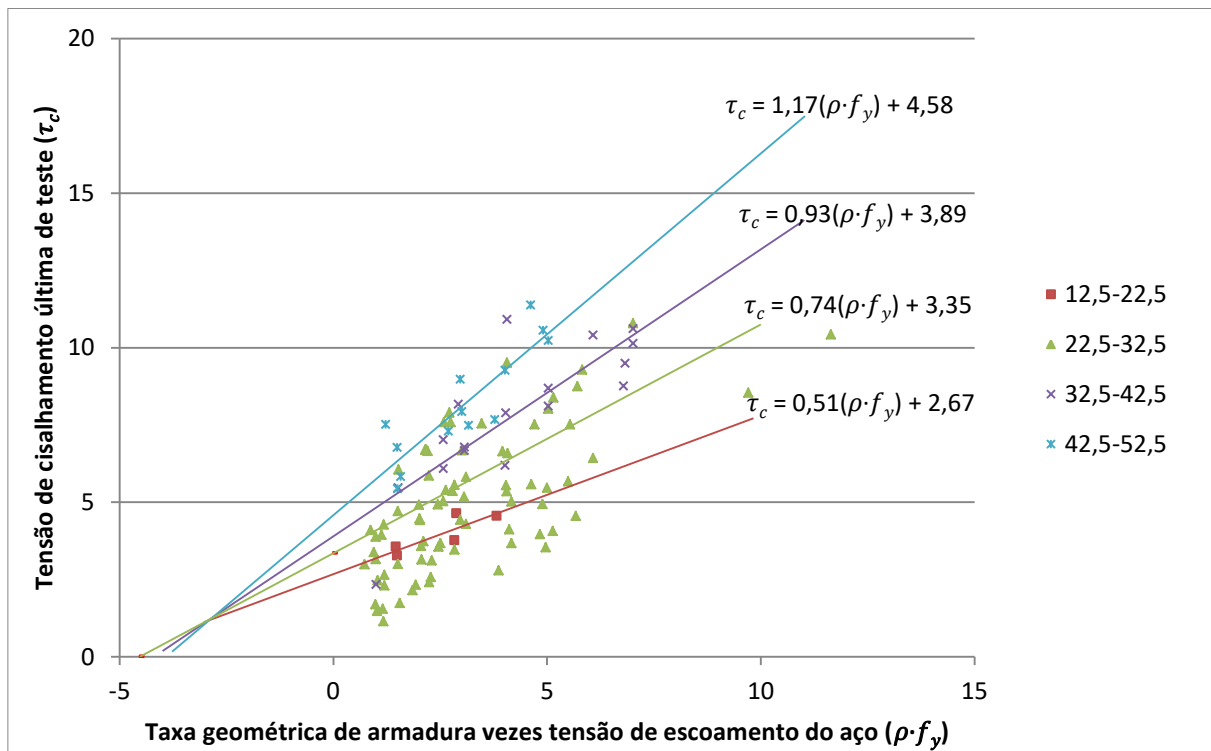
Para segunda opção de polo, foi considerado o encontro entre as retas dos intervalos 42,5 a 52,5 e 22,5 a 32,5 que equivale ao ponto aproximado de $(x;y) = (-4,30;-0,45)$. Portanto, foram ajustadas as retas dos intervalos de 12,5 a 22,5 e 32,5 a 42,5. A adaptação utilizada foi modificando tanto a inclinação como a interseção (Figura 24).

Figura 22: τ_c versus $\rho \cdot f_y$ para o conjunto de intervalos A (polo 1, ajuste 1)

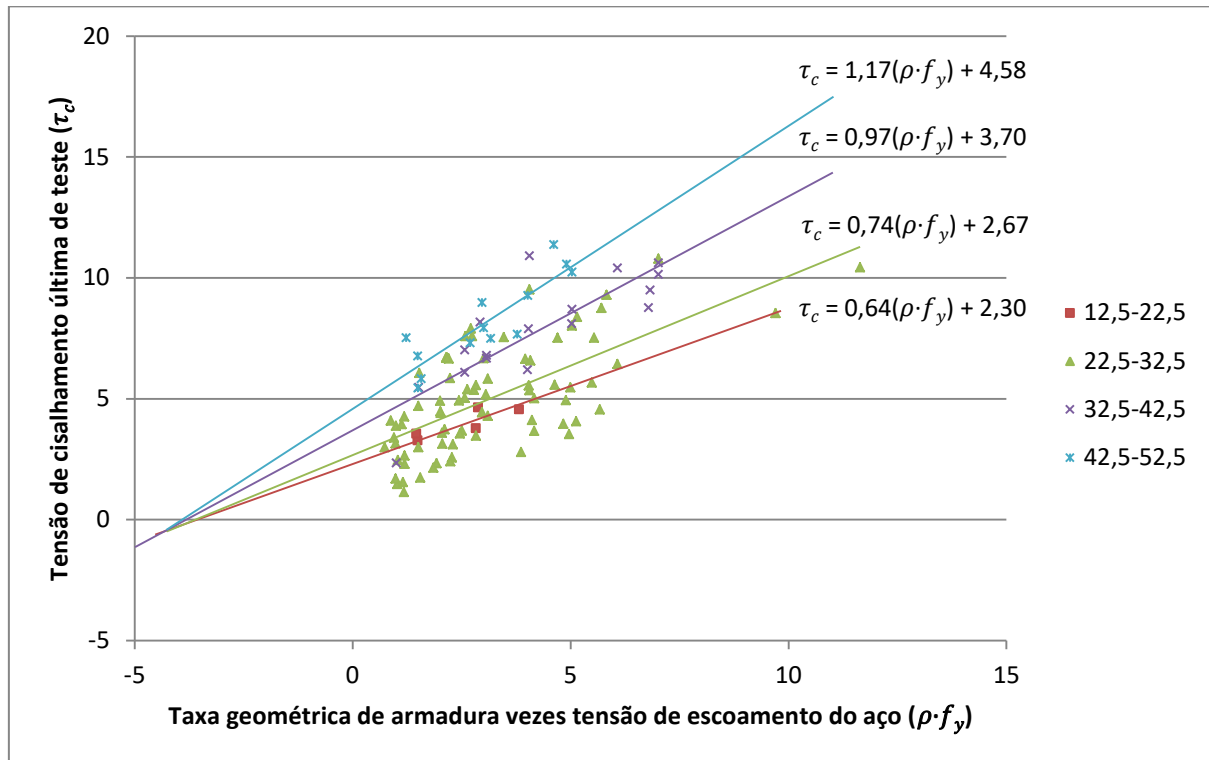


Fonte: A autora

Figura 23: τ_c versus $\rho \cdot f_y$ para o conjunto de intervalos A (polo 1, ajuste 2)



Fonte: A autora

Figura 24: τ_c versus $\rho \cdot f_y$ para o conjunto de intervalos A (polo 2)

Fonte: A autora

Com base nas equações das retas encontradas, é notável que de acordo com a Equação (4.2), o coeficiente angular das retas corresponde ao coeficiente de atrito (μ) e o ponto de interseção das retas com o eixo y à tensão de coesão aparente (c_f), como mostra a Tabela 3.

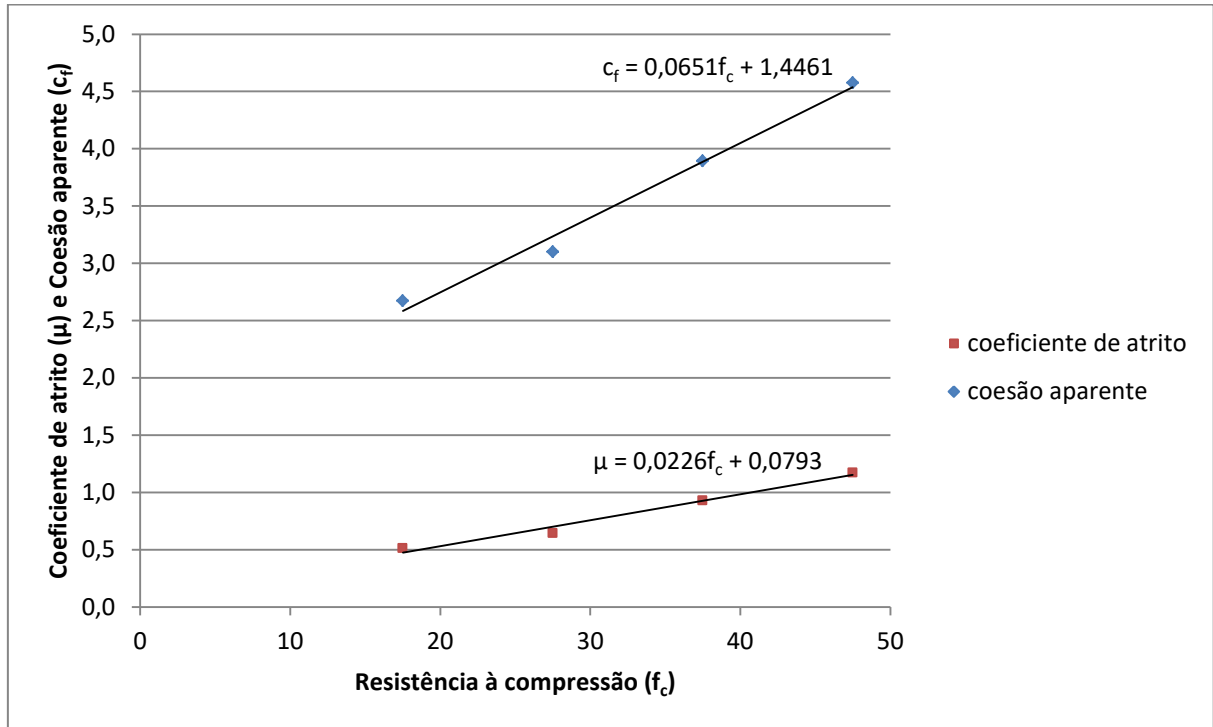
Tabela 3: Valores dos coeficientes das retas para conjunto de intervalos A

	Conjunto de Intervalos A					
	Polo 1, ajuste 1		Polo 1, ajuste 2		Polo 2	
f_c médio (MPa)	μ	c_f (MPa)	μ	c_f (MPa)	μ	c_f (MPa)
17,5	0,5130	2,6716	0,5130	2,6716	0,6444	2,3000
27,5	0,6420	3,1000	0,7402	3,3500	0,7402	2,6709
37,5	0,9288	3,8947	0,9288	3,8947	0,9668	3,7000
47,5	1,1705	4,5752	1,1705	4,5752	1,1705	4,5752

Fonte: A autora

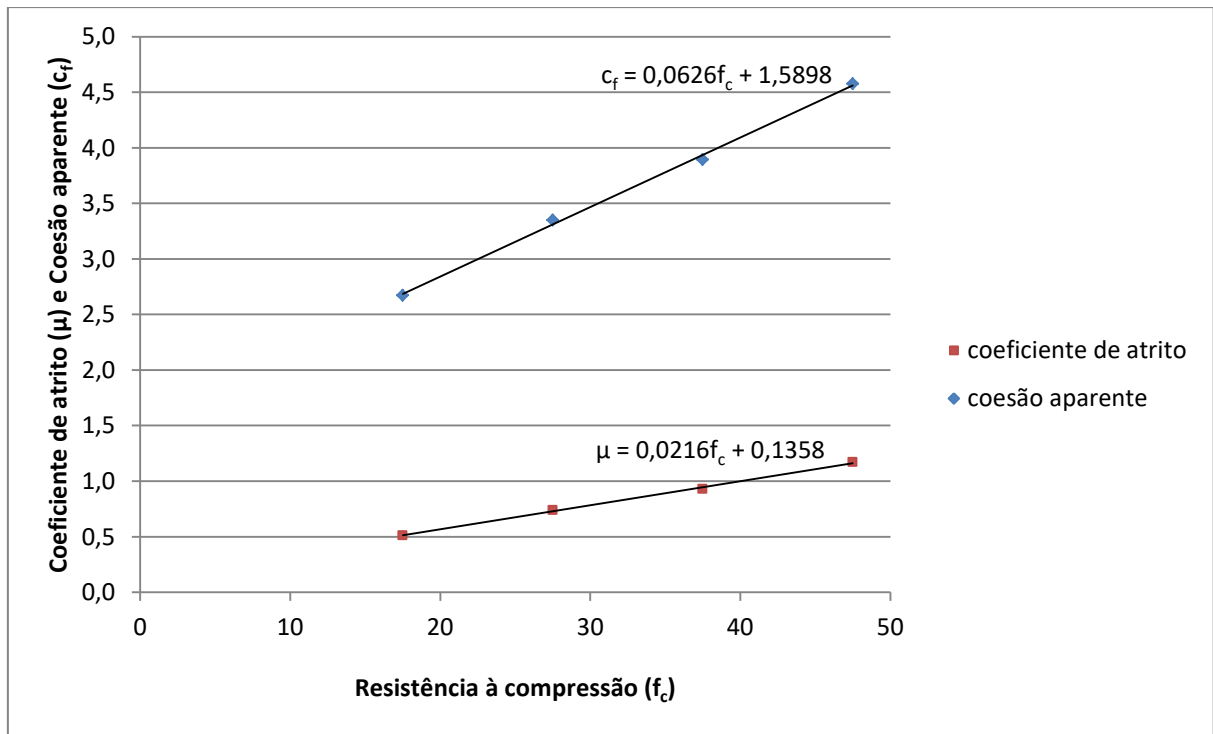
Então, foram plotados os valores de μ versus f_c médio e de c_f versus f_c médio, como mostram as Figura 25 (polo 1, ajuste 1), Figura 26 (polo 1, ajuste 2) e Figura 27 (polo 2).

Figura 25: μ e c_f versus f_c para o conjunto de intervalos A (polo 1, ajuste 1)



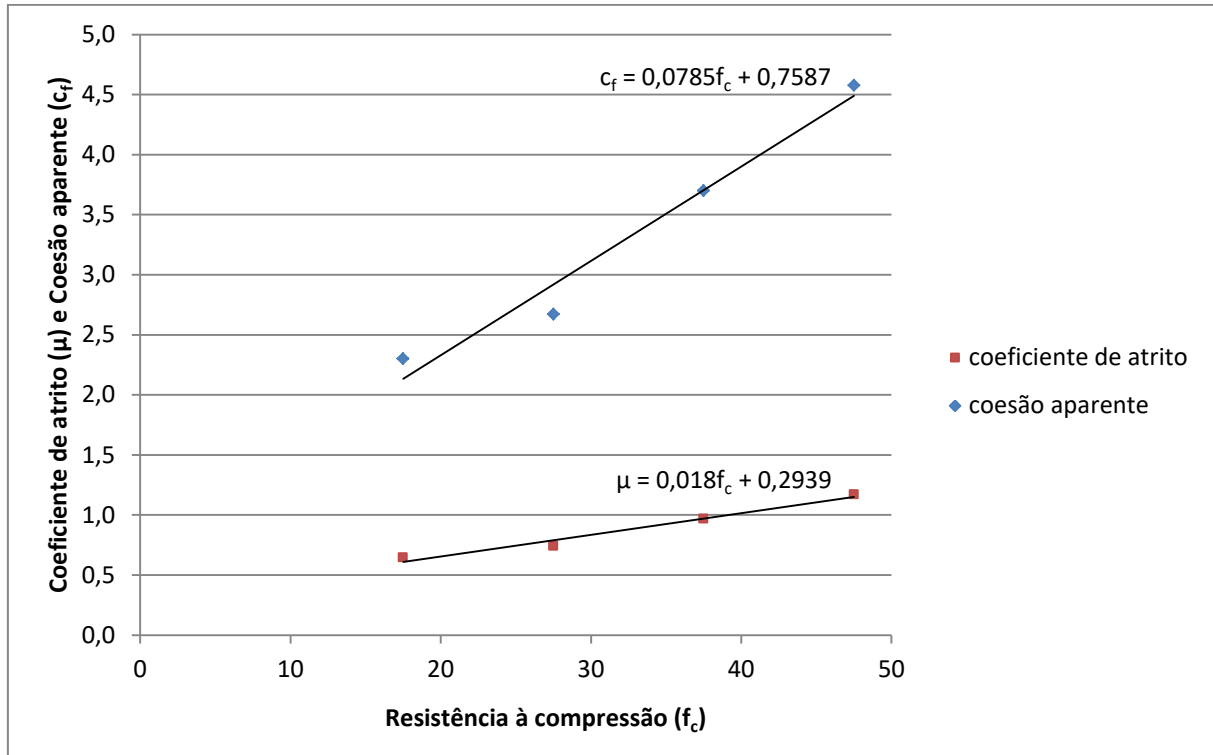
Fonte: A autora

Figura 26: μ e c_f versus f_c para o conjunto de intervalos A (polo 1, ajuste 2)



Fonte: A autora

Figura 27: μ e c_f versus f_c para o conjunto de intervalos A (polo 2)



Fonte: A autora

As equações dos gráficos representados nas Figura 25, Figura 26 e Figura 27 estão resumidas abaixo.

- Polo 1, ajuste 1:
 - $\mu = 0,0226 \cdot f_c + 0,0793$ (5.1)
 - $c_f = 0,0651 \cdot f_c + 1,4461$ (5.2)
- Polo 1, ajuste 2:
 - $\mu = 0,0216 \cdot f_c + 0,1358$ (5.3)
 - $c_f = 0,0626 \cdot f_c + 1,5898$ (5.4)
- Polo 2:
 - $\mu = 0,018 \cdot f_c + 0,2939$ (5.5)
 - $c_f = 0,0785 \cdot f_c + 0,7587$ (5.6)

A relação de força normal sobre força vertical (H/V) aplicada em alguns consolos foi considerada na tensão de cisalhamento última resistente do consolo encontrada pelas formulações. Considerando a situação mais desfavorável para os cálculos, utilizaram-se as forças normais como sendo de tração (sinal da tensão negativo). A Equação (5.7) foi utilizada para encontrar as tensões calculadas.

$$\tau_{c, calc\ mod} = c_f + \mu \cdot (\rho_{sf} \cdot f_y + \sigma_N) \quad (5.7)$$

Então, realizou-se uma comparação entre os valores de tensão de cisalhamento última resistente do consolo encontrada pelas formulações e de tensão de cisalhamento última resistente do consolo encontrada em testes laboratoriais para cada espécime de consolo utilizado como dado, demonstrada na Tabela 4.

Tabela 4: Média e desvio padrão para cada análise realizada do conjunto de intervalos A

	Conjunto de Intervalos A		
$\frac{\tau_{c, test}}{\tau_{c, calc}}$	Polo 1, ajuste 1	Polo 1, ajuste 2	Polo 2
Média:	1,03005	1,00526	1,05785
Desv. Pad:	0,22934	0,22288	0,22294

Fonte: A autora

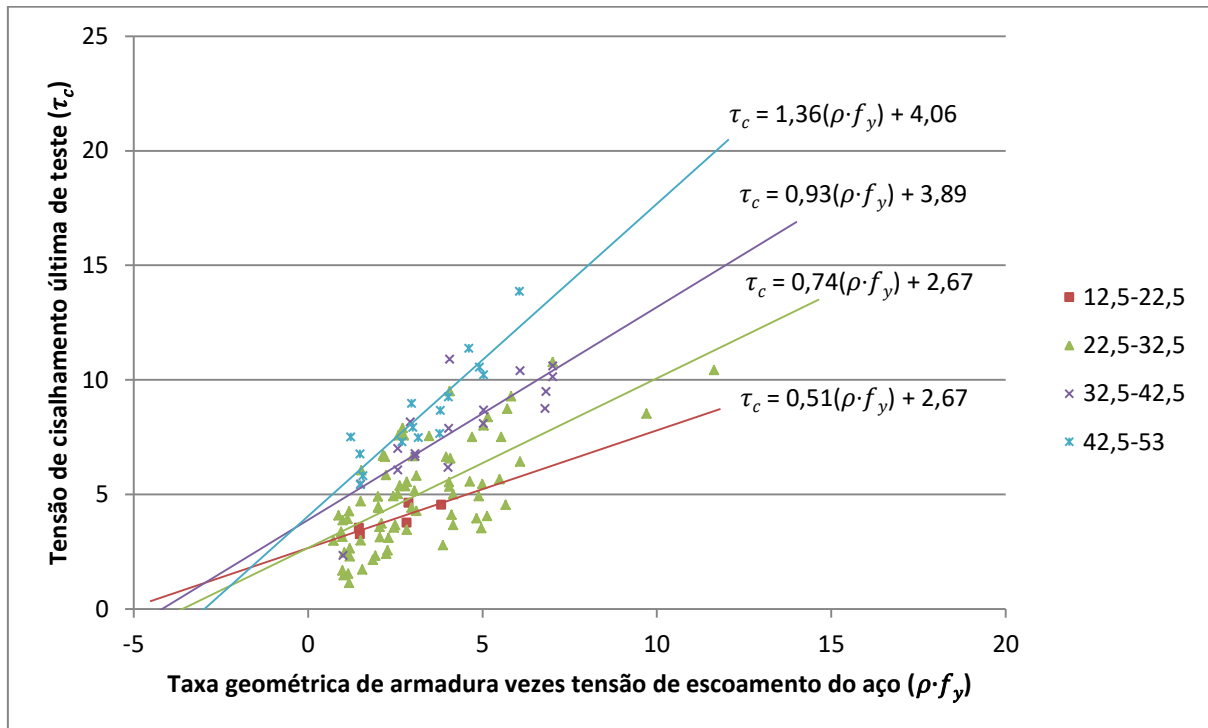
Nota-se que todos os ajustes adotados obtiveram uma média de valores (tensão de cisalhamento última resistente do consolo encontrada pelas formulações sobre tensão de cisalhamento última resistente do consolo encontrada em testes laboratoriais) próximo da unidade, o que demonstra que os valores calculados pela formulação proposta estão próximos dos encontrados em laboratórios.

5.1.2 Conjunto de intervalos B

Como existiam valores com resistências à compressão muito próximas a 52,5 e inferiores a 53 MPa, decidiu-se inseri-los no último intervalo para aumentar a precisão dos resultados. Três polos de intersecção de retas foram selecionados.

Pode-se verificar pela Figura 28 que o primeiro polo escolhido foi o da intersecção entre as retas dos intervalos de 42,5 a 53,0 e 22,5 a 32,5, que equivale a aproximadamente (x;y) = (-2,25;1,0). Já o segundo, entre as retas de 32,5 a 42,5 e 12,5 a 22,5, cujo ponto é (x;y) = (-3,0;1,2) e o terceiro polo, de 42,5 a 53,0 e 12,5 a 22,5 com intersecção em (x;y) = (-1,65;1,8).

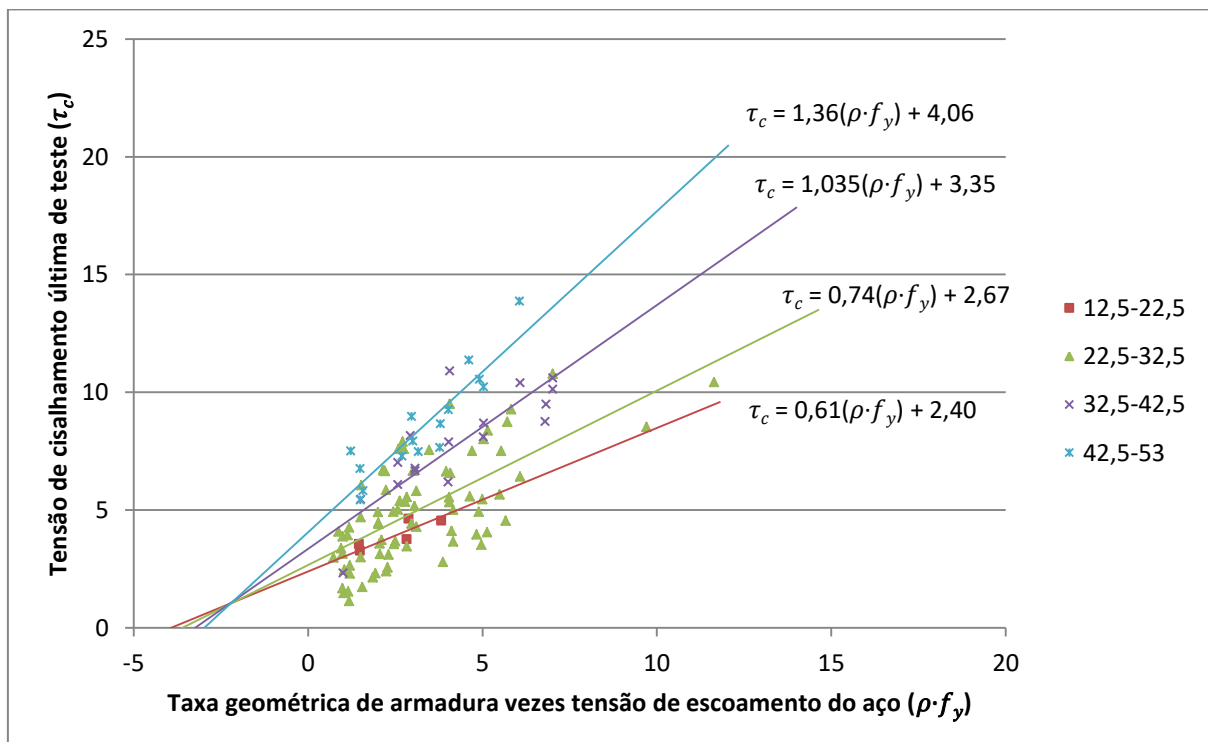
Figura 28: τ_c versus $\rho \cdot f_y$ para o conjunto de intervalos B



Fonte: A autora

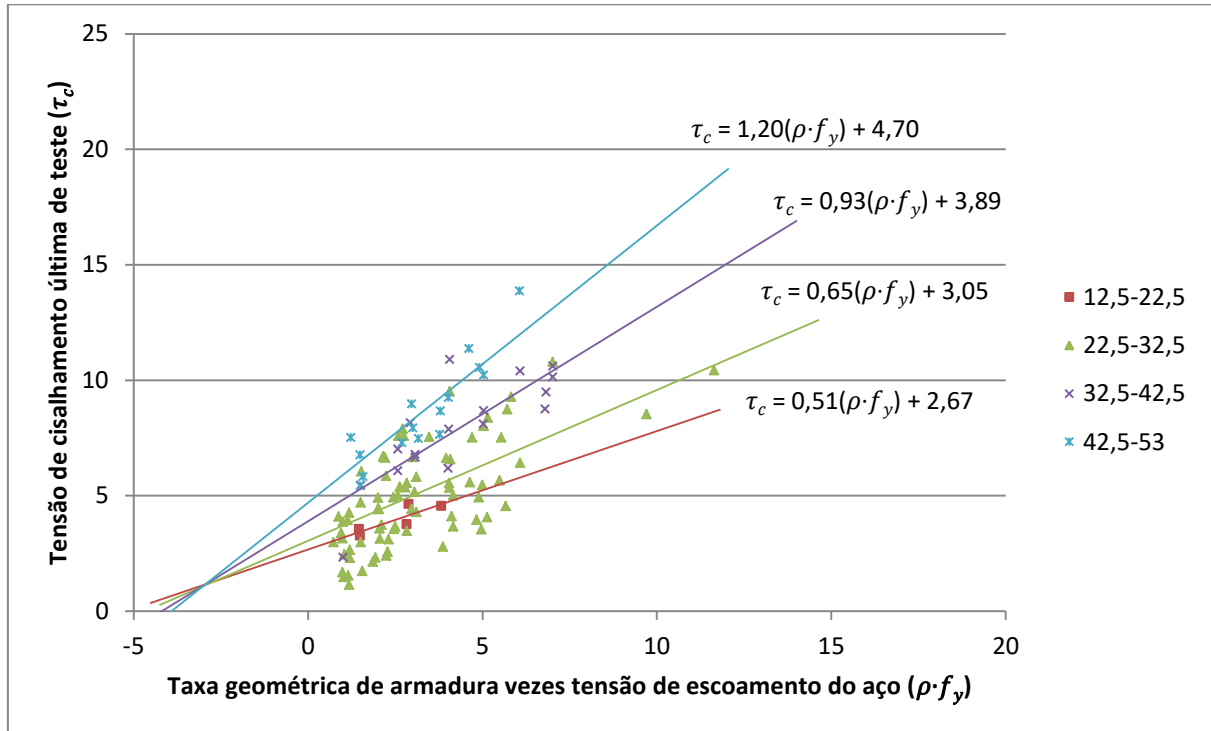
Para todos os ajustes, foram modificadas tanto a inclinação como a interseção das retas que não passam pelos polos definidos. As Figura 29, Figura 30 e Figura 31 mostram os polos e as modificações realizadas.

Figura 29: τ_c versus $\rho \cdot f_y$ para o conjunto de intervalos B (polo 1)



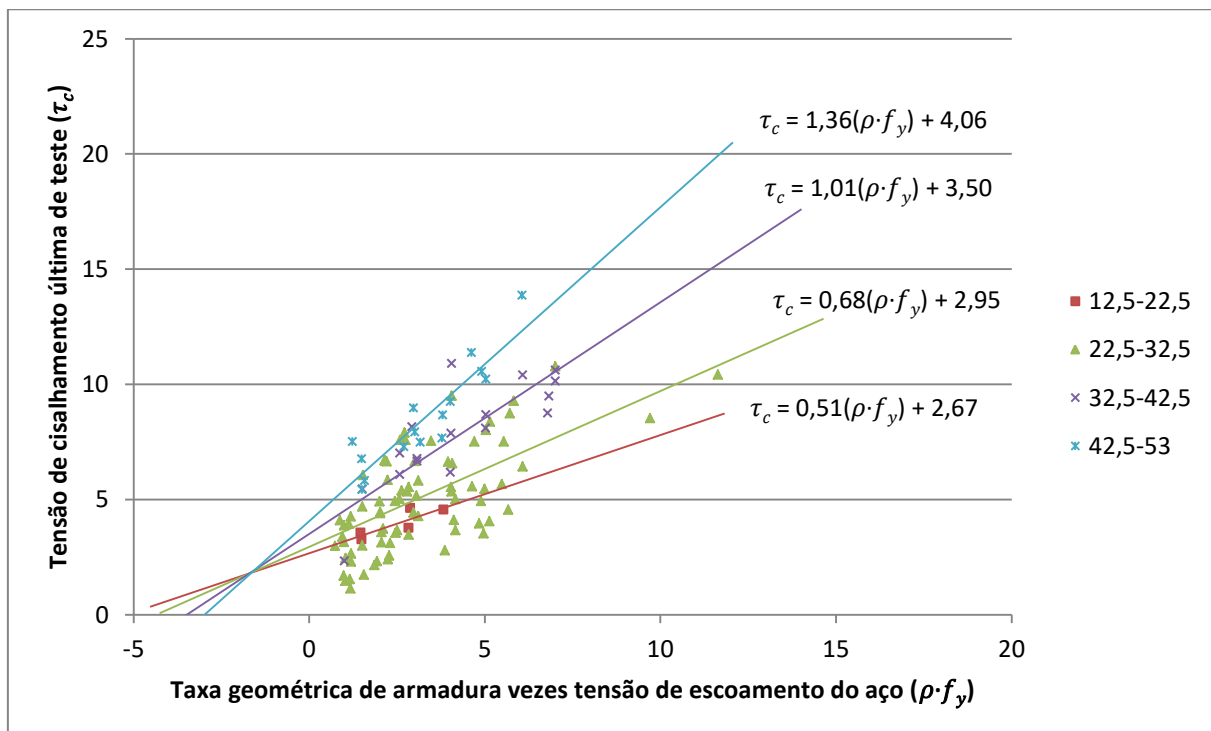
Fonte: A autora

Figura 30: τ_c versus $\rho \cdot f_y$ para o conjunto de intervalos B (polo 2)



Fonte: A autora

Figura 31: τ_c versus $\rho \cdot f_y$ para o conjunto de intervalos B (polo 3)



Fonte: A autora

O coeficiente de atrito (μ) e a tensão de coesão aparente (c_f) encontrados através das retas estão representados na Tabela 5.

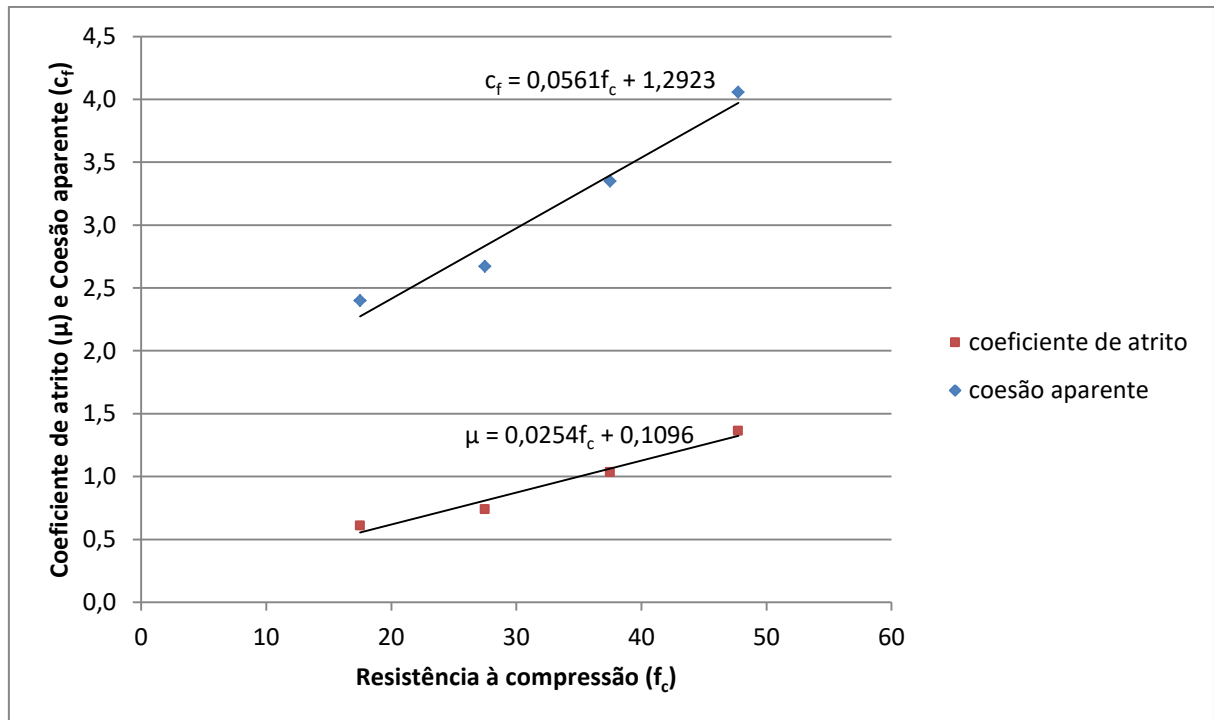
Tabela 5: Valores dos coeficientes das retas para conjunto de intervalos B

	Conjunto de Intervalos B					
	Polo 1		Polo 2		Polo 3	
f_c médio (MPa)	μ	c_f (MPa)	μ	c_f (MPa)	μ	c_f (MPa)
17,5	0,609	2,4000	0,513	2,6716	0,513	2,6716
27,5	0,7402	2,6709	0,6535	3,0500	0,6764	2,9500
37,5	1,0352	3,3500	0,9288	3,8947	1,0059	3,5000
47,75	1,3633	4,0565	1,1997	4,7000	1,3633	4,0565

Fonte: A autora

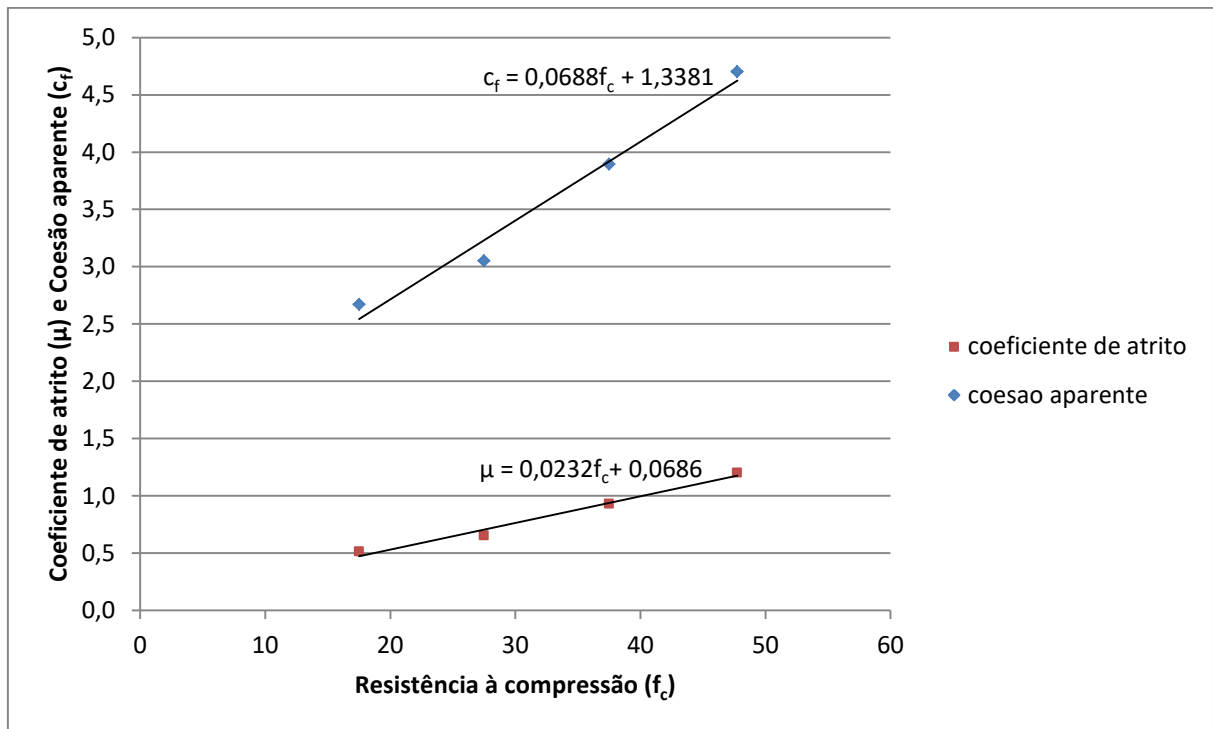
Os gráficos de μ versus f_c médio e de c_f versus f_c médio estão nas Figura 32 (polo 1), Figura 33 (polo 2) e Figura 34 (polo 3).

Figura 32: μ e c_f versus f_c para o conjunto de intervalos B (polo 1)



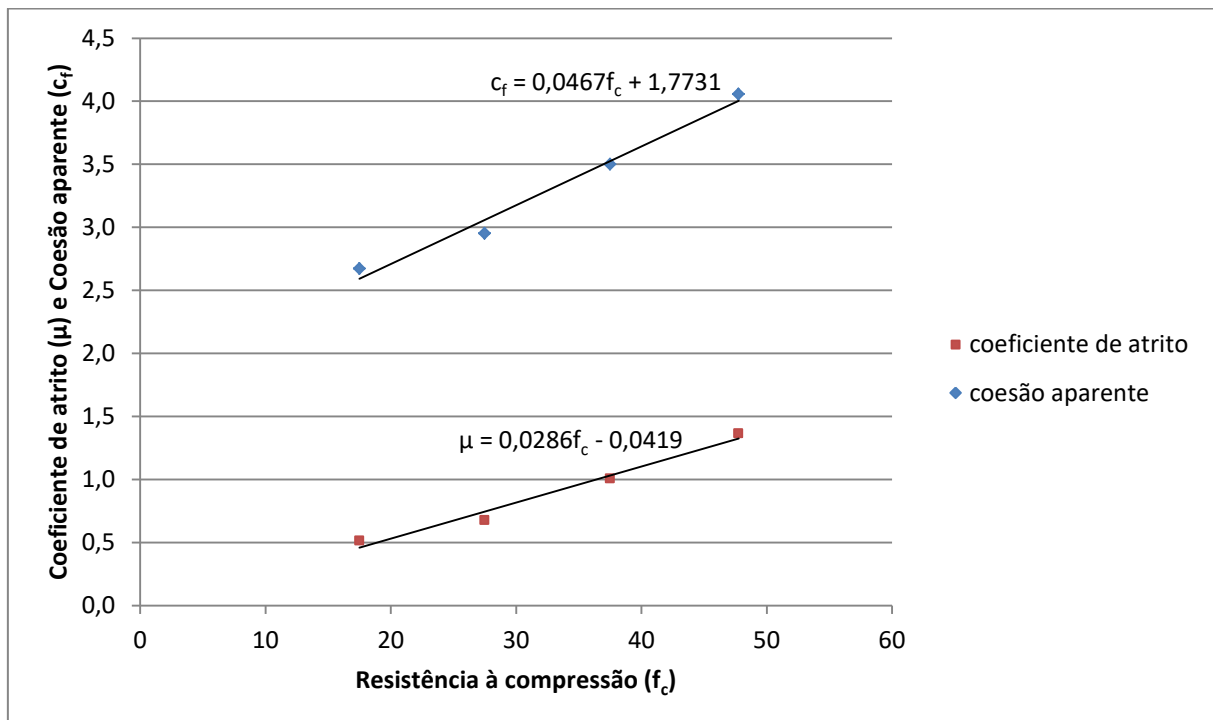
Fonte: A autora

Figura 33: μ e c_f versus f_c para o conjunto de intervalos B (polo 2)



Fonte: A autora

Figura 34: μ e c_f versus f_c para o conjunto de intervalos B (polo 3)



Fonte: A autora

As equações dos gráficos representados nas Figura 32, Figura 33 e Figura 34 estão resumidas abaixo.

- Polo 1:
 - $\mu = 0,0254 \cdot f_c + 0,1096$ (5.8)
 - $c_f = 0,0561 \cdot f_c + 1,2923$ (5.9)
- Polo 2:
 - $\mu = 0,0232 \cdot f_c + 0,0686$ (5.10)
 - $c_f = 0,0688 \cdot f_c + 1,3381$ (5.11)
- Polo 3:
 - $\mu = 0,0286 \cdot f_c - 0,0419$ (5.12)
 - $c_f = 0,0467 \cdot f_c + 1,7731$ (5.13)

Os valores de média e desvio padrão encontrados estão representados na Tabela 6.

Tabela 6: Média e desvio padrão para cada análise realizada do conjunto de intervalos B

	Conjunto de Intervalos B		
$\frac{\tau_c, test}{\tau_c, calc}$	Polo 1	Polo 2	Polo 3
Média:	1,06627	1,02367	1,01400
Desv. Pad:	0,23048	0,22631	0,22436

Fonte: A autora

Com isso, os valores obtidos no polo 1 do conjunto de intervalos B se mostraram melhores do que os obtidos nos demais intervalos pois foi o que resultou em uma menor quantidade de valores de tensão de teste sobre calculada menores que a unidade, como mostra o Apêndice A. Porém, como dito anteriormente, a formulação só é válida para valores de resistência à compressão (f_c) menores que 53 MPa.

Portanto, novas formulações foram encontradas para concretos de alto desempenho e os intervalos considerados estão demonstrados abaixo.

Conjunto de intervalos C:

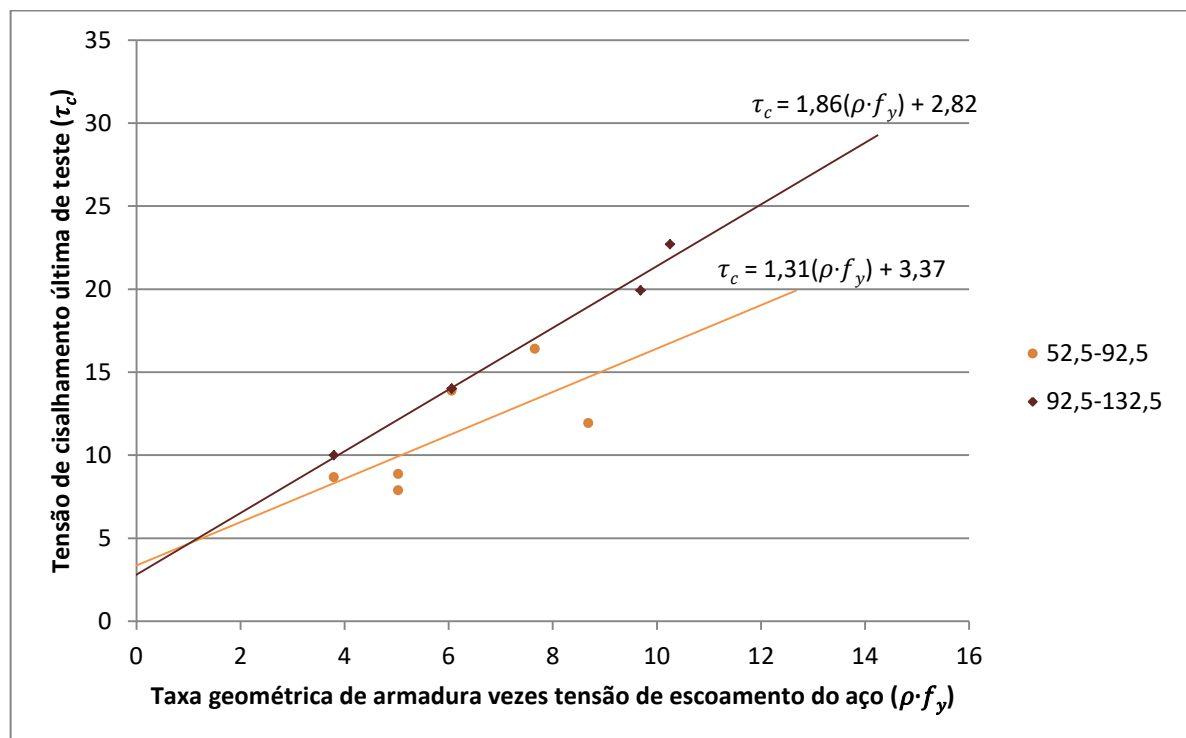
- 52,5 – 92,5 (seis espécimes);
- 92,5 – 132,5 (quatro espécimes).

5.1.3 Conjunto de intervalos C

Os dados compreendidos entre as resistências à compressão de 52,5 e 53 MPa também foram incluídos no conjunto C por estarem muito próximos dos limites de ambos os intervalos, com intuito de aumentar a precisão dos resultados. Então, plotou-se um gráfico de tensão de cisalhamento última resistente do consolo encontrada nos testes laboratoriais (τ_c) versus taxa geométrica de armadura existente de atrito-cisalhamento vezes a tensão de escoamento do aço ($\rho \cdot f_y$).

A partir dos pontos encontrados no gráfico, adicionaram-se linhas de tendência para cada intervalo pré-definido, como mostra a Figura 35. O polo de intersecção foi de aproximadamente $(x;y) = (1,0;4,6)$.

Figura 35: τ_c versus $\rho \cdot f_y$ para o conjunto de intervalos C



Fonte: A autora

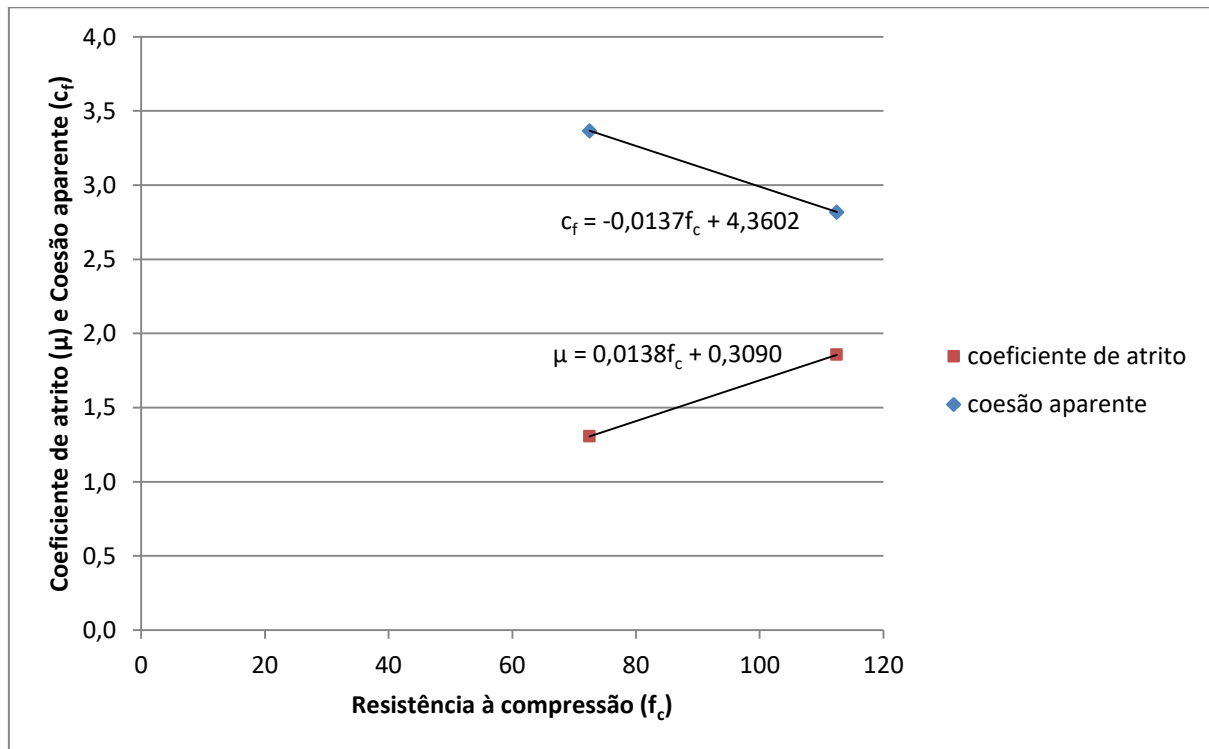
O coeficiente angular das retas corresponde ao coeficiente de atrito (μ) e o ponto de intersecção das retas com o eixo y à tensão de coesão aparente (c_f), como mostra a Tabela 7.

Tabela 7: Valores dos coeficientes das retas para o conjunto de intervalos C

	Conjunto de Intervalos C	
f_c médio (MPa)	μ	c_f (MPa)
72,5	1,3064	3,3666
112,5	1,8567	2,8184

Fonte: A autora

A Figura 36 contém as retas correspondentes ao μ versus f_c e ao c_f versus f_c médio.

Figura 36: μ e c_f versus f_c para o conjunto de intervalos C

Fonte: A autora

As equações dos gráficos são:

$$\mu = 0,0138 \cdot f_c + 0,3090 \quad (5.14)$$

$$c_f = -0,0137 \cdot f_c + 4,3602 \quad (5.15)$$

A comparação entre os valores de tensão de cisalhamento última resistente do consolo encontrada pelas formulações e de tensão de cisalhamento última resistente do consolo encontrada em testes laboratoriais está demonstrada na Tabela 8 e no Apêndice B.

Tabela 8: Média e desvio padrão para o conjunto de intervalos C

$\frac{\tau_c, test}{\tau_c, calc}$	Conjunto de Intervalos C
Média:	1,08417
Desv. Pad:	0,13383

Fonte: A autora

5.2 Dados experimentais com Corpos de Prova do Tipo *Push-off*

Para obter uma análise mais precisa do comportamento de consolos que rompem exclusivamente devido ao cisalhamento, foi realizado um estudo em paralelo com uma triagem de experimentos encontrados na literatura com corpos de prova pré-fissurados e submetidos ao tipo de ensaio *push-off*.

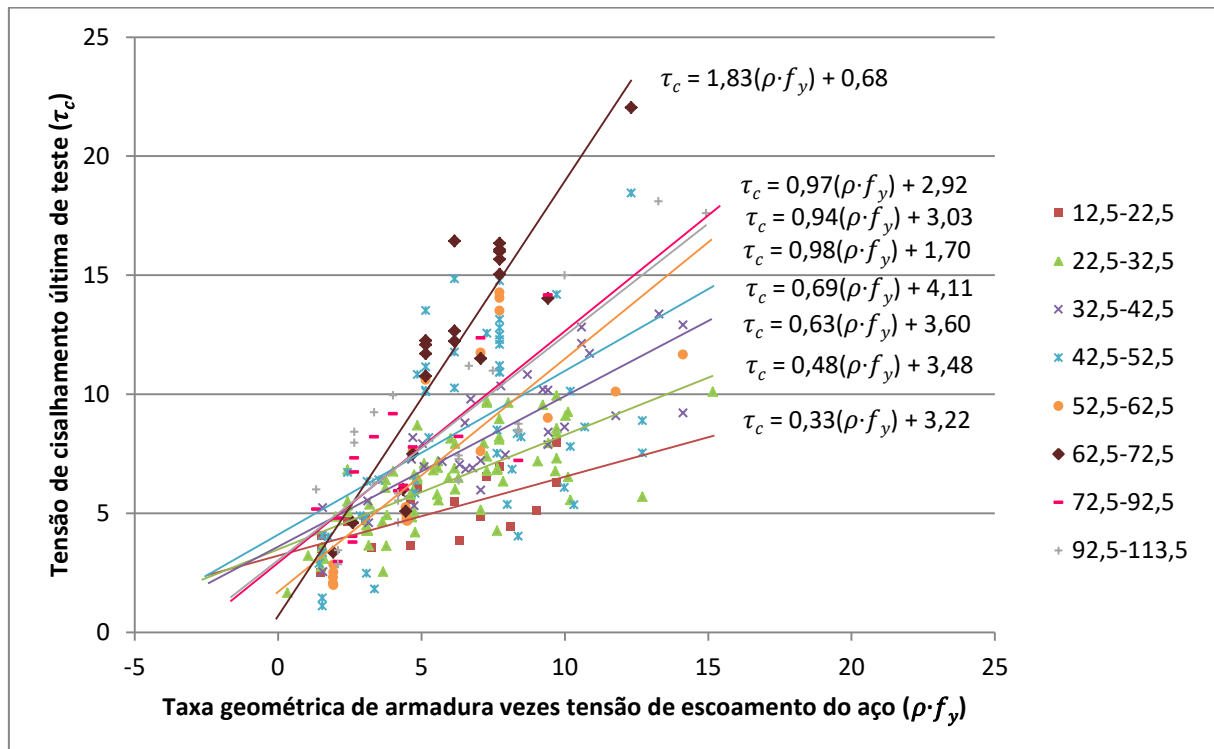
Com isso, foram selecionados 263 espécimes para serem estudados, referenciados em: Pereira (2016), Alkatan (2016), Shaw e Sneed (2014), Emiko *et al.* (2011), Mansur, Vinayagam e Tan (2008), Banta (2005), Kahn e Mitchell (2002), Mattock (2001), Walraven e Stroband (1994), Hoff (1993), Walraven, Frenay e Pruijssers (1987), Mattock (1976), Mattock, Li e Wang (1976), Mattock, Johal e Chow (1975), Mattock e Hawkins (1972) e Hofbeck, Ibrahim e Mattock (1969), os quais estão representados no Anexo B.

Os dados foram divididos em 8 grupos de acordo com a resistência à compressão do concreto utilizada em cada experimento (f_c). Os grupos escolhidos a princípio foram espaçados em intervalos de diferença de 10 MPa, porém a quantidade de amostras de consolos com resistência à compressão do concreto superior a 72,5 MPa era bastante reduzida e, por isso, os intervalos selecionados a partir desse valor foram mais espaçados. Os intervalos finais escolhidos estão demonstrados abaixo.

- 12,5 – 22,5 (vinte espécimes);
- 22,5 – 32,5 (setenta e cinco espécimes);
- 32,5 – 42,5 (trinta e oito espécimes);
- 42,5 – 52,5 (cinquenta e um espécimes);
- 52,5 – 62,5 (vinte espécimes);
- 62,5 – 72,5 (vinte espécimes);
- 72,5 – 92,5 (dezessete espécimes);
- 92,5 – 113,5 (vinte e dois espécimes).

Com isso, foram desconsiderados os espécimes com incongruências em seus dados (total de quatro espécimes) e plotou-se um gráfico de tensão de cisalhamento última resistente do consolo encontrada nos testes laboratoriais (τ_c) versus taxa geométrica de armadura existente de atrito-cisalhamento vezes a tensão de escoamento do aço ($\rho \cdot f_y$). A partir dos pontos encontrados no gráfico, adicionaram-se linhas de tendência para cada intervalo pré-definido, como mostra a Figura 37.

Figura 37: τ_c versus $\rho \cdot f_y$ para os 8 intervalos pré-definidos (Push-off)



Fonte: A autora

Nota-se que as linhas de tendência encontradas para os intervalos de 52,5 a 62,5, 62,5 a 72,5, 72,5 a 92,5 e 92,5 a 113,5 MPa de resistência à compressão do concreto não estão seguindo o mesmo padrão encontrado para os demais dados selecionados. Portanto, foram testados separadamente os consolos com resistências à compressão mais elevadas (acima de 52,5 MPa).

Além disso, percebe-se que os dados acima de 72,5 MPa também se comportam diferente dos compreendidos entre 52,5 e 72,5 MPa. Então o conjunto inicial de intervalos foi dividido em três subconjuntos, cada um contendo os dados dos intervalos que têm similaridades entre si.

O primeiro subconjunto é o conjunto de intervalos D, com dados que possuem resistências à compressão entre 12,5 e 52,5 MPa (quatro primeiros intervalos). Já o segundo conjunto, o conjunto de intervalos E, inclui os dados entre 52,5 e 72,5 MPa (quinto e sexto intervalos). Como os dois últimos intervalos possuem retas com características muito semelhantes, juntaram-se estes dados em um único intervalo que foi analisado no intervalo F.

Os novos intervalos de dados escolhidos para análise estão representados na Tabela 9:
Intervalos considerados para dados experimentais com corpos de prova do tipo push-off

Tabela 9: Intervalos considerados para dados experimentais com corpos de prova do tipo push-off

Conjunto de Intervalos D	Conjunto de Intervalos E	Intervalo F
12,5 – 22,5 (vinte espécimes)	52,5 – 62,5 (vinte espécimes)	72,5 – 113,5 (trinta e nove espécimes)
22,5 – 32,5 (setenta e cinco espécimes)	62,5 – 72,5 (vinte espécimes)	—
32,5 – 42,5 (trinta e oito espécimes)	—	—
42,5 – 52,5 (cinquenta e um espécimes)	—	—

Fonte: A autora

Do mesmo modo que foi visto nos dados com corpos de prova aleatórios, existe uma dispersão nos pontos observados na Figura 37, porém o melhor ajuste de intervalos que representam a realidade dos fatos foi o escolhido. Além disso, percebe-se que as retas das linhas de tendência seguem a lógica esperada para os intervalos.

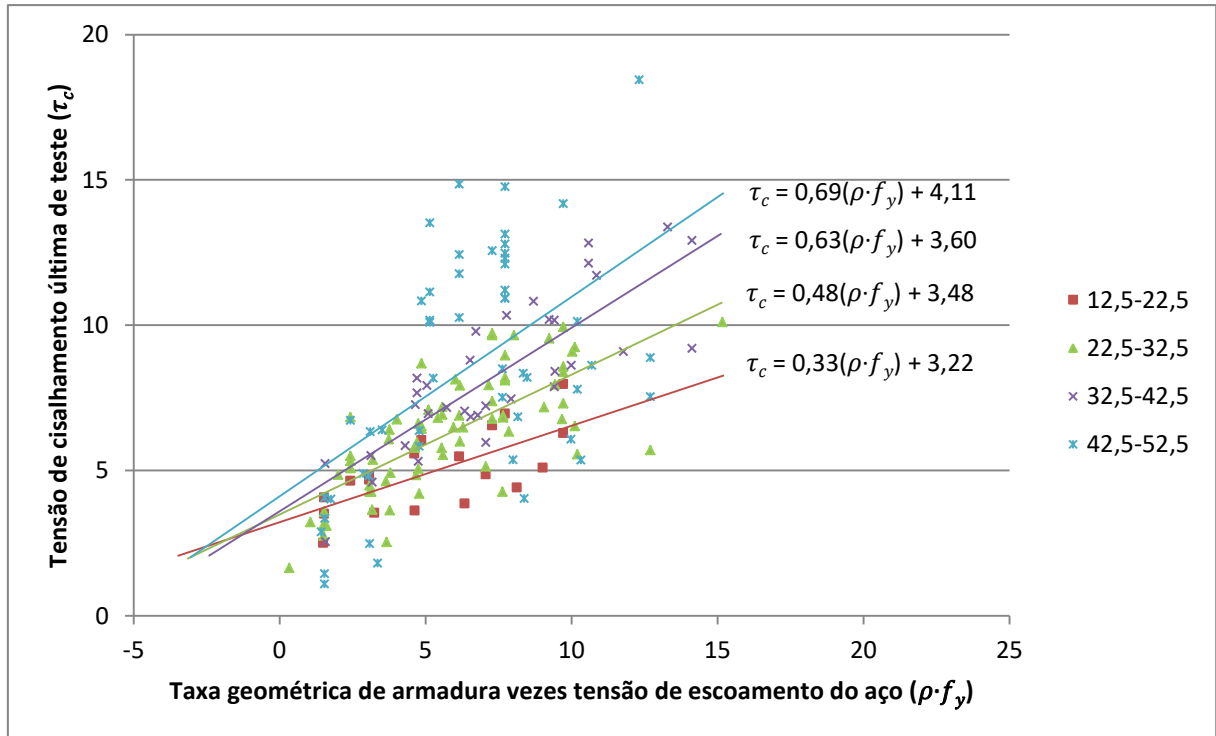
5.2.1 Conjunto de intervalos D

Assim como realizado anteriormente, foram estabelecidos três polos e modificadas tanto a inclinação como a interseção das retas necessárias. No primeiro polo definido, passam as retas dos intervalos 12,5 a 22,5 e 22,5 a 32,5 e equivale ao ponto aproximado de $(x;y)=(-1,75;2,65)$.

Para segunda opção de polo, foi considerado o encontro entre as retas dos intervalos 12,5 a 22,5 e 42,5 a 52,5 que equivale ao ponto aproximado de $(x;y) = (-2,50;2,40)$. Já o terceiro polo, foi escolhido pela combinação das retas 12,5 a 22,5 e 32,5 a 42,5 com interseção em $(x;y) = (-1,25;2,80)$.

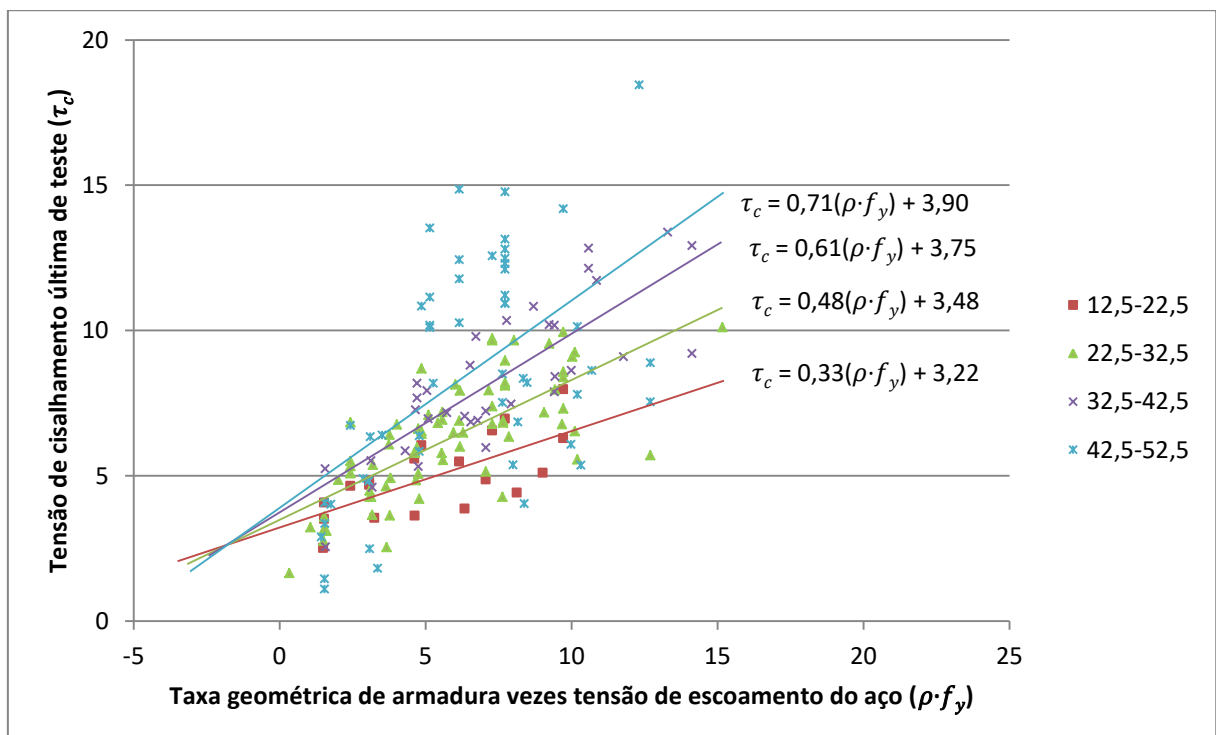
O gráfico encontrado a partir do conjunto de intervalos D está representado na Figura 38 e os polos e as retas ajustadas estão representados na Figura 39, Figura 40 e Figura 41.

Figura 38: τ_c versus $\rho \cdot f_y$ para o conjunto de intervalos D



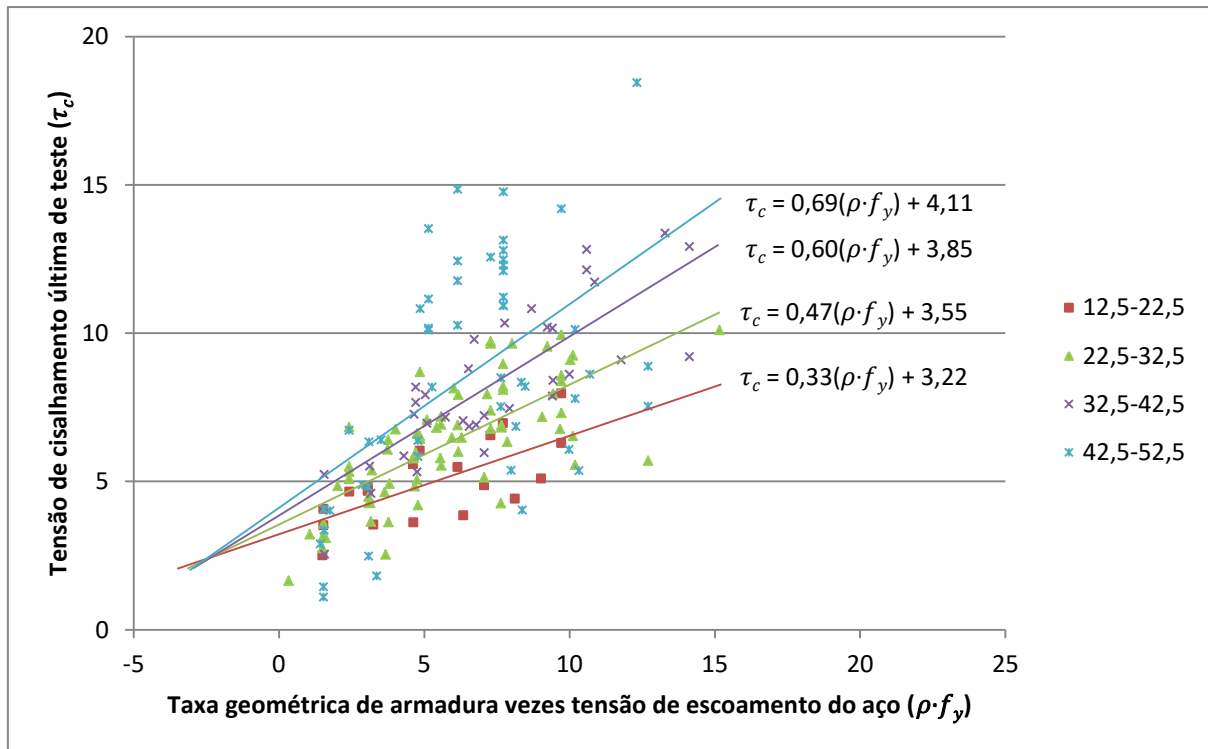
Fonte: A autora

Figura 39: τ_c versus $\rho \cdot f_y$ para o conjunto de intervalos D (polo 1)



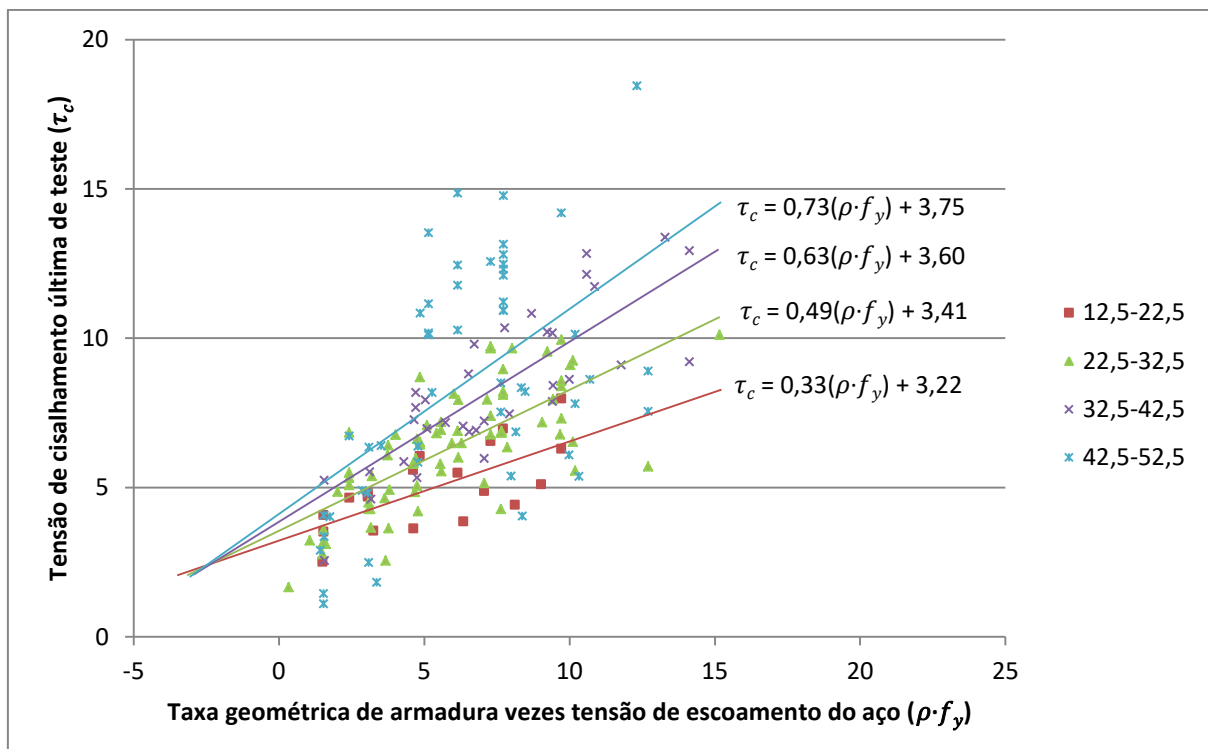
Fonte: A autora

Figura 40: τ_c versus $\rho \cdot f_y$ para o conjunto de intervalos D (polo 2)



Fonte: A autora

Figura 41: τ_c versus $\rho \cdot f_y$ para o conjunto de intervalos D (polo 3)



Fonte: A autora

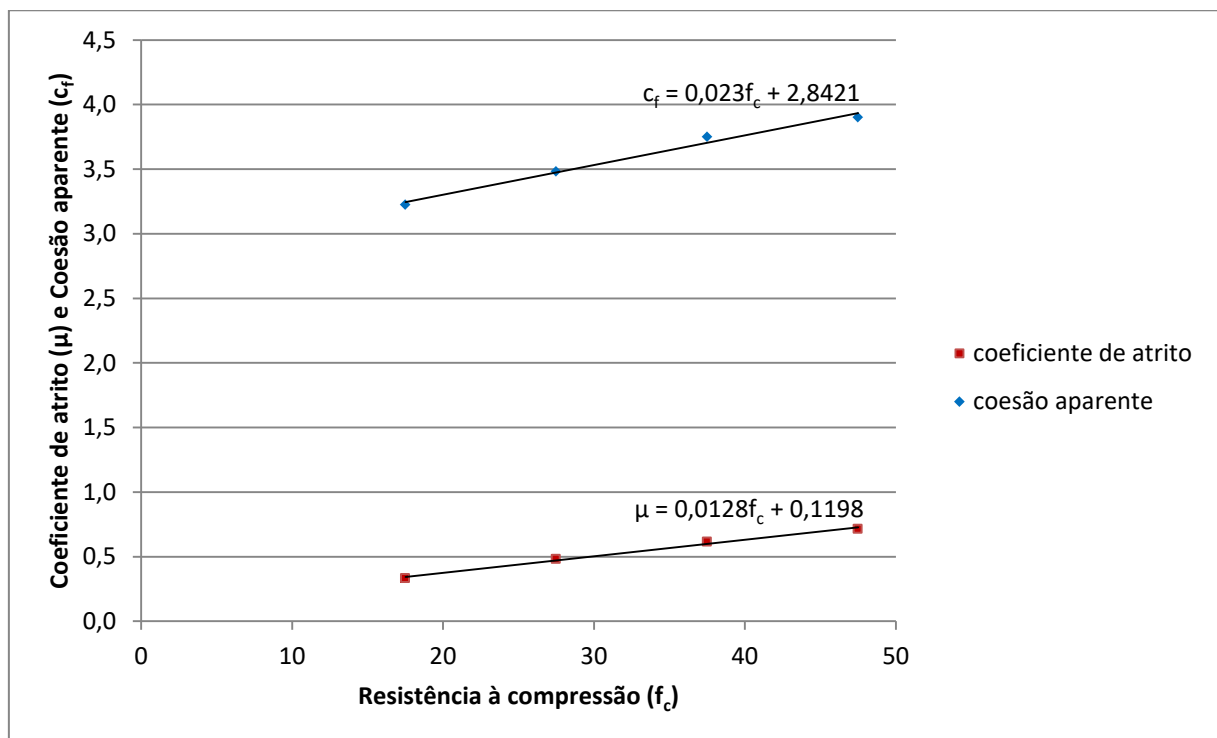
O coeficiente de atrito (μ) e a tensão de coesão aparente (c_f) encontrados através das retas estão representados na Tabela 10.

Tabela 10: Valores dos coeficientes das retas para conjunto de intervalos D

	Conjunto de Intervalos D					
	Polo 1		Polo 2		Polo 3	
f_c médio (MPa)	μ	c_f (MPa)	μ	c_f (MPa)	μ	c_f (MPa)
17,5	0,3318	3,2236	0,3318	3,2236	0,3318	3,2236
27,5	0,4813	3,4817	0,4719	3,5500	0,4911	3,4100
37,5	0,6146	3,7500	0,6033	3,8500	0,6319	3,5963
47,5	0,7135	3,9000	0,6870	4,1088	0,7325	3,7500

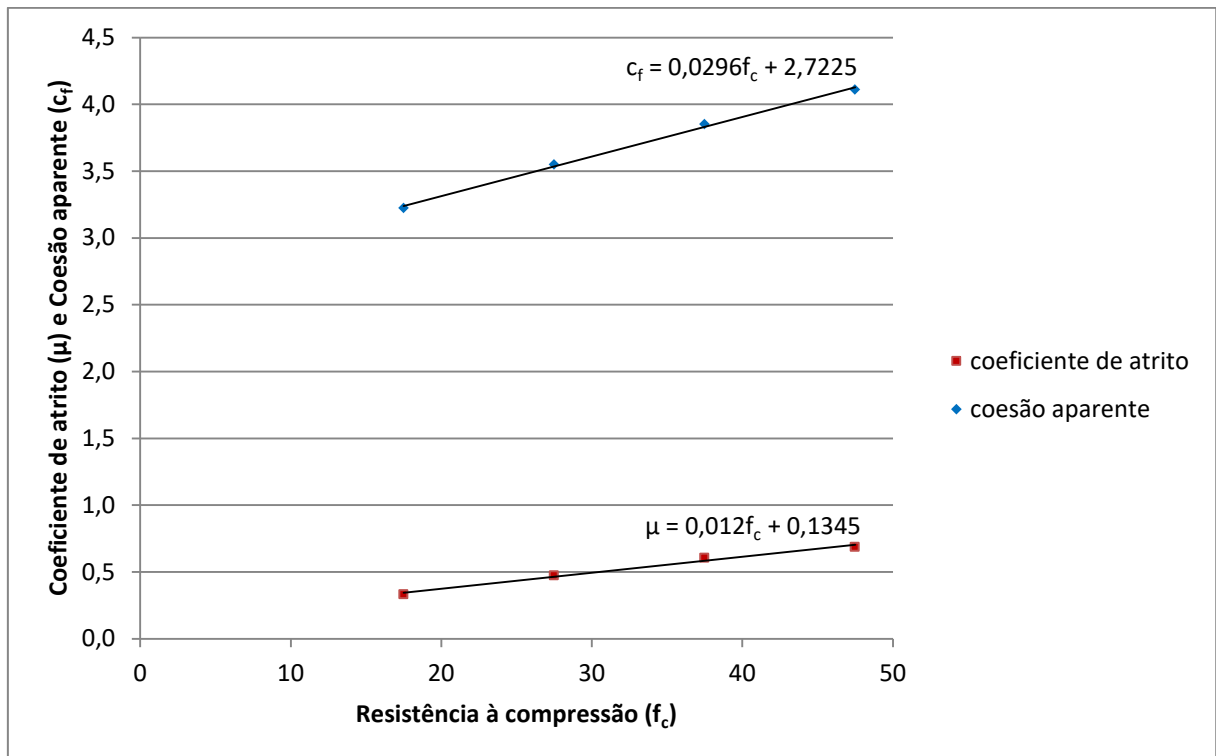
Fonte: A autora

Figura 42: μ e c_f versus f_c para o conjunto de intervalos D (polo 1)



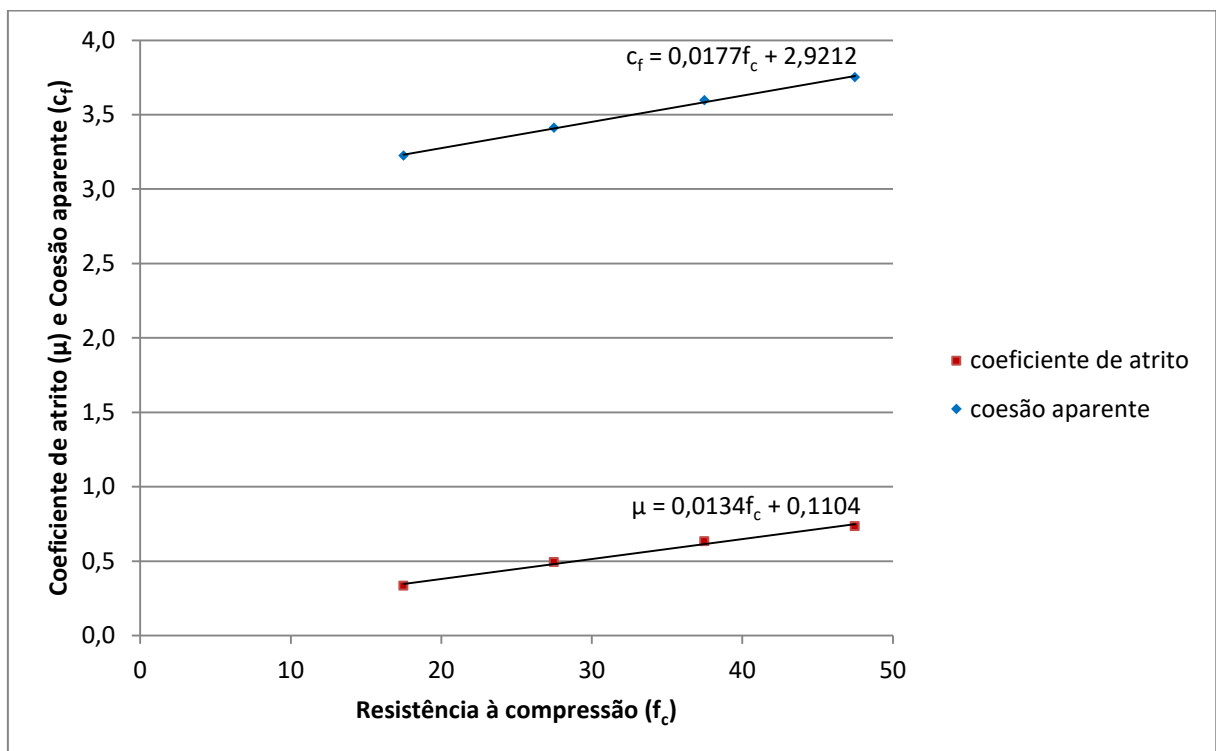
Fonte: A autora

Figura 43: μ e c_f versus f_c para o conjunto de intervalos D (polo 2)



Fonte: A autora

Figura 44: μ e c_f versus f_c para o conjunto de intervalos D (polo 3)



Fonte: A autora

As equações dos gráficos representados nas Figura 42, Figura 43 e Figura 44 estão resumidas abaixo.

- Polo 1:
 - $\mu = 0,0128 \cdot f_c + 0,1198$ (5.16)
 - $c_f = 0,023 \cdot f_c + 2,8421$ (5.17)
- Polo 2:
 - $\mu = 0,012 \cdot f_c + 0,1345$ (5.18)
 - $c_f = 0,0296 \cdot f_c + 2,7225$ (5.19)
- Polo 3:
 - $\mu = 0,0134 \cdot f_c + 0,1104$ (5.20)
 - $c_f = 0,0177 \cdot f_c + 2,9212$ (5.21)

Os valores de média e desvio padrão encontrados estão representados na Tabela 11.

Tabela 11: Média e desvio padrão para cada análise realizada do conjunto de intervalos D

	Conjunto de Intervalos D		
$\frac{\tau_c, test}{\tau_c, calc}$	Polo 1	Polo 2	Polo 3
Média:	0,98175	0,97752	0,98700
Desv. Pad:	0,27266	0,27208	0,27363

Fonte: A autora

Com isso, os valores obtidos no polo 3 do conjunto de intervalos D se mostraram melhores do que os obtidos nos demais intervalos pois foi o que resultou em uma menor quantidade de valores de tensão de teste sobre calculada menores que a unidade, como mostra o Apêndice C. Porém, como dito anteriormente, a formulação só é válida para valores de resistência à compressão (f_c) menores que 52,5 MPa.

Portanto, novas formulações foram encontradas para concretos de alto desempenho e os intervalos considerados estão demonstrados abaixo. Os dados com resistência à compressão maiores que 72,5 MPa, por não seguirem o mesmo padrão dos demais, foram calculados separadamente.

Conjunto de Intervalos E:

- 52,5 – 62,5 (vinte espécimes);
- 62,5 – 72,5 (vinte espécimes);

Intervalo F:

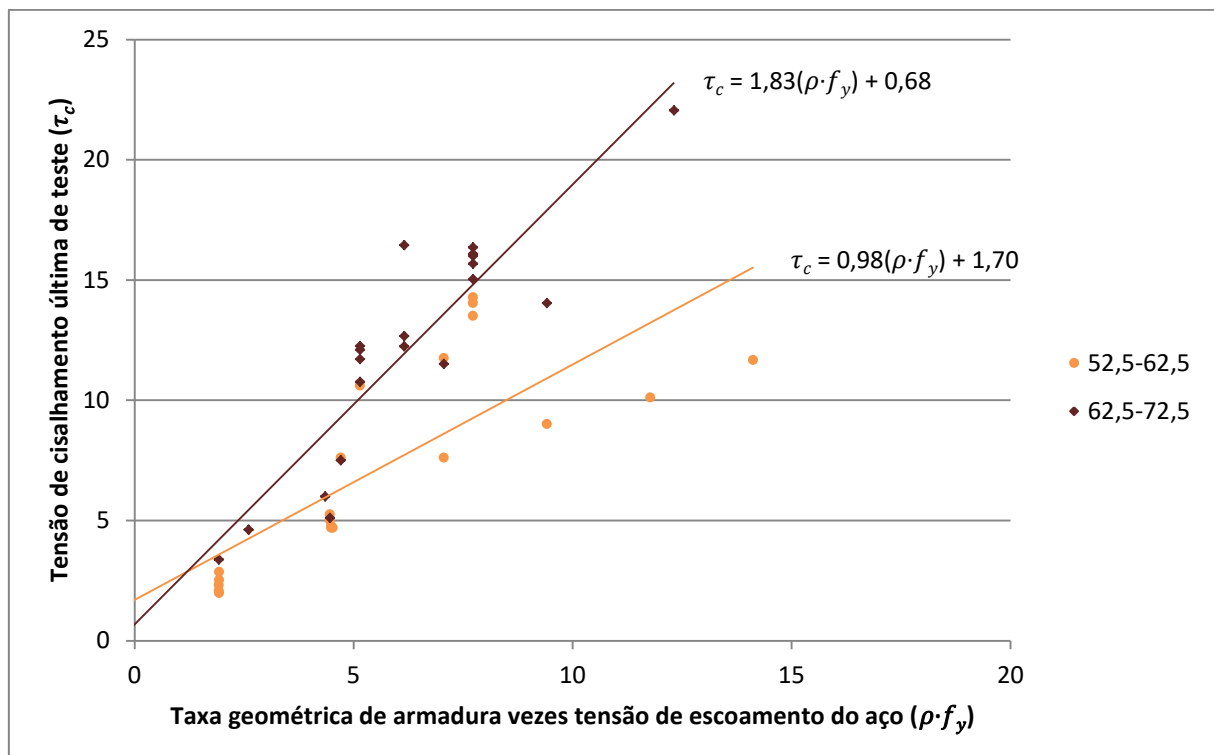
- 72,5 – 113,5 (trinta e nove espécimes).

5.2.2 Conjunto de intervalos E e Intervalo F

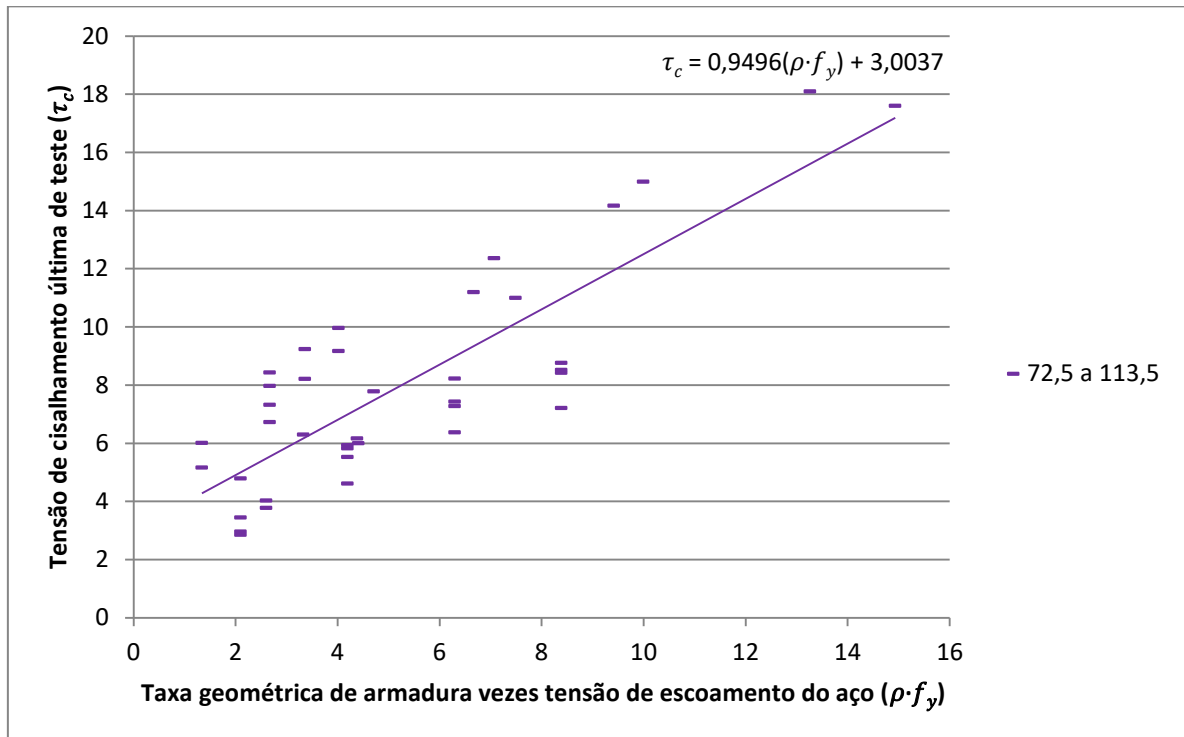
Plotou-se um gráfico de tensão de cisalhamento última resistente do consolo encontrada nos testes laboratoriais (τ_c) versus taxa geométrica de armadura existente de atrito-cisalhamento vezes a tensão de escoamento do aço ($\rho \cdot f_y$).

A partir dos pontos encontrados no gráfico, adicionaram-se linhas de tendência para cada intervalo pré-definido, como mostram as Figura 45 e Figura 46. O polo de intersecção foi de aproximadamente $(x;y) = (1,20;2,87)$ para o conjunto de intervalos E.

Figura 45: τ_c versus $\rho \cdot f_y$ para o conjunto de intervalos E



Fonte: A autora

Figura 46: τ_c versus $\rho \cdot f_y$ para o intervalo F

Fonte: A autora

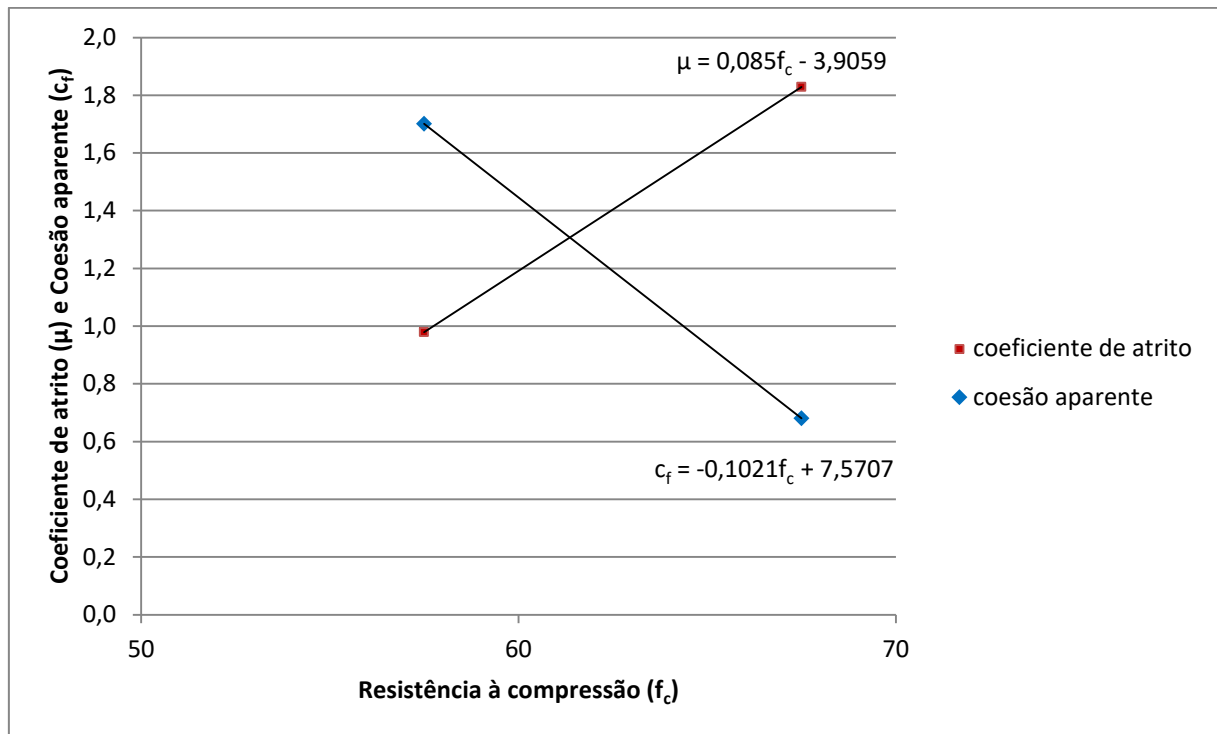
O coeficiente angular das retas corresponde ao coeficiente de atrito (μ) e o ponto de interseção das retas com o eixo y à tensão de coesão aparente (c_f), como mostra a Tabela 12.

Tabela 12: Valores dos coeficientes das retas para os conjuntos de intervalos E e F

	Conjunto de Intervalos E	
f_c médio (MPa)	μ	c_f (MPa)
57,5	0,9787	1,7011
67,5	1,8282	0,6803
	Conjunto de Intervalos F	
93,0	0,9496	3,0037

Fonte: A autora

A Figura 47 contém as retas correspondentes ao μ versus f_c e ao c_f versus f_c médio do conjunto de intervalos E. No caso do intervalo F, não foi necessário encontrar as equações equivalentes ao coeficiente de atrito e à coesão aparente, pois são valores fixos.

Figura 47: μ e c_f versus f_c para o conjunto de intervalos E

Fonte: A autora

As equações e valores encontrados são:

- Conjunto de intervalos E:
 - $\mu = 0,085 \cdot f_c - 3,9059$ (5.22)
 - $c_f = -0,1021 \cdot f_c + 7,5707$ (5.23)
- Intervalo F:
 - $\mu = 0,9496$ (5.24)
 - $c_f = 3,0037$ (5.25)

A comparação entre os valores de tensão de cisalhamento última resistente do consolo encontrada pelas formulações e de tensão de cisalhamento última resistente do consolo encontrada em testes laboratoriais está demonstrada na Tabela 13 e no Apêndice D.

Tabela 13: Média e desvio padrão para o conjunto de intervalos E e intervalo F

$\frac{\tau_c, test}{\tau_c, calc}$	Conjunto de Intervalos E	Intervalo F
Média:	1,01404	1,00650
Desv. Pad:	0,30048	0,28152

Fonte: A autora

5.3 Análises Finais

5.3.1 Aplicação dos dados encontrados através dos gráficos

Após isso, as formulações encontradas tanto para os dados experimentais com corpos de prova aleatórios como para os do tipo *push-off* foram aplicadas no banco de dados de 389 consolos representado no Apêndice E. Dentre os consolos analisados, 261 possuem relação a/d superior a 1/3. As formulações finais definidas estão descritas abaixo.

- Para o conjunto de 128 dados de corpos de prova com ensaios aleatórios:

- Formulação para $f_c \leq 53 \text{ MPa}$:

$$\tau_{c,calc AC-B1} = (0,0561 \cdot f_c + 1,2923) + (0,0254 \cdot f_c + 0,1096) \cdot (\rho_{sf} \cdot f_y + \sigma_N) \quad (5.26)$$

- Formulação para $f_c > 53 \text{ MPa}$:

$$\tau_{c,calc AC-C} = (-0,0137 \cdot f_c + 4,3602) + (0,0138 \cdot f_c + 0,3090) \cdot (\rho_{sf} \cdot f_y + \sigma_N) \quad (5.27)$$

- Para o conjunto de 263 dados de corpos de prova com ensaios *push-off*:

- Formulação para $f_c \leq 52,5 \text{ MPa}$:

$$\tau_{c,calc AC-D3} = (0,0177 \cdot f_c + 2,9212) + (0,0134 \cdot f_c + 0,1104) \cdot (\rho_{sf} \cdot f_y + \sigma_N) \quad (5.28)$$

- Formulação para $52,5 \text{ MPa} < f_c \leq 72,5 \text{ MPa}$:

$$\tau_{c,calc AC-E} = (-0,1021 \cdot f_c + 7,5707) + (0,085 \cdot f_c - 3,9059) \cdot (\rho_{sf} \cdot f_y + \sigma_N) \quad (5.29)$$

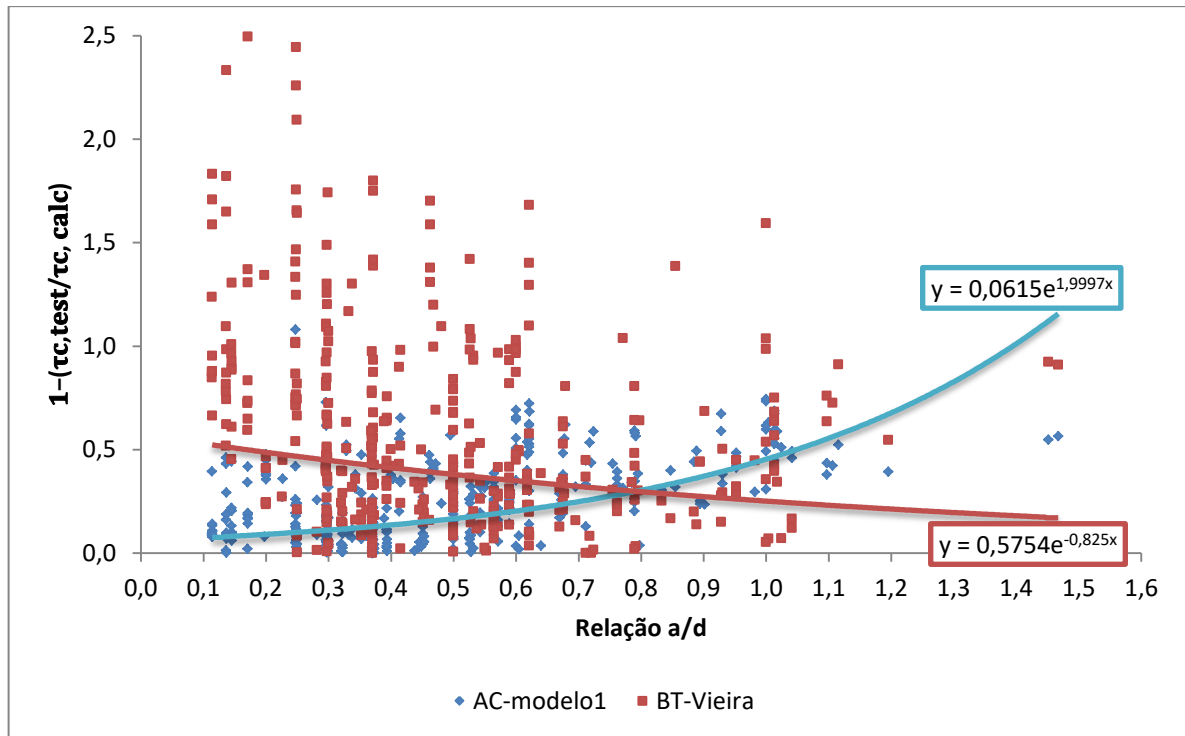
- Formulação para $f_c > 72,5 \text{ MPa}$:

$$\tau_{c,calc AC-F} = (3,0037) + (0,9496) \cdot (\rho_{sf} \cdot f_y + \sigma_N) \quad (5.30)$$

onde $\tau_{c,calc AC-B1}$ é a tensão cisalhante calculada pela fórmula encontrada a partir do conjunto de dados B, polo 1; $\tau_{c,calc AC-C}$ é a tensão cisalhante calculada pela fórmula encontrada a partir do conjunto de dados C; $\tau_{c,calc AC-D3}$ é a tensão cisalhante calculada pela fórmula encontrada a partir do conjunto de dados D, polo 3; $\tau_{c,calc AC-E}$ é a tensão cisalhante calculada pela fórmula encontrada a partir do conjunto de dados E e $\tau_{c,calc AC-F}$ é a tensão cisalhante calculada pela fórmula encontrada a partir do intervalo F.

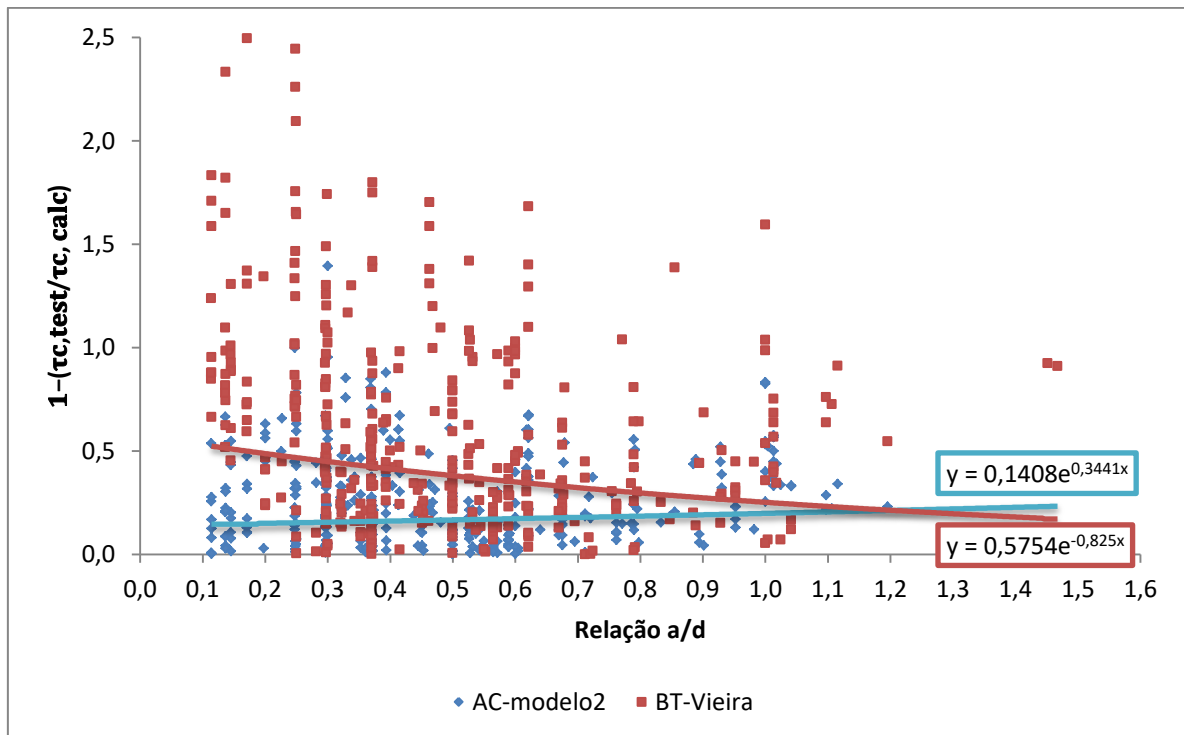
Por fim, foi realizada uma comparação das tensões de cisalhamento calculadas pelo método proposto no presente trabalho e das tensões de cisalhamento encontradas pelo método proposto por Vieira (2018). Os valores de $|1 - (\tau_{c,test}/\tau_{c,calc})|$ definem a eficácia dos métodos para cada consolo estudado, pois quanto mais próximo do valor nulo, maior sua precisão. Os dados estão representados nos gráficos das Figura 48 e Figura 49.

Figura 48: $|1 - (\tau_c, \text{test}/\tau_c, \text{calc})|$ versus Relação a/d, para AC-modelo1 e modelo de Vieira (BT)



Fonte: A autora

Figura 49: $|1 - (\tau_c, \text{test}/\tau_c, \text{calc})|$ versus Relação a/d, para AC-modelo2 e modelo de Vieira (BT)



Fonte: A autora

onde AC-modelo1 é o resultado dos 389 dados com aplicação das fórmulas encontradas pelos conjuntos B (polo 1) e C; AC-modelo2 é o resultado dos 389 dados com aplicação das fórmulas encontradas pelos conjuntos D (polo 3), E e F; e BT é o resultado dos 389 dados com aplicação da fórmula proposta por Vieira (2018).

O gráfico da Figura 48 mostra que o modelo proposto por Vieira (2018) baseado no método de bielas e tirantes é mais eficaz para valores de a/d maiores e menos eficaz em valores menores, o contrário acontece com o modelo de atrito-cisalhamento calibrado. Esse resultado já era esperado, pois o modelo de atrito-cisalhamento é recomendado para valores baixos de a/d .

Porém, apesar de o modelo de Vieira ser mais eficaz para valores maiores de a/d , o gráfico da Figura 49 demonstra que o modelo proposto com base nos dados *push-off* obteve um comportamento quase uniforme para todos os valores de relação a/d . Além disso, vale ressaltar que esse comportamento constante é positivo já que os dados se concentram bem próximos ao eixo horizontal (valor nulo) e não têm grande dispersão.

Para a escolha da formulação final, sabendo-se que quanto maior a relação a/d , maior a precisão do modelo de bielas e tirantes, foi definida uma relação direta de multiplicação entre essas variáveis. Além disso, somou-se a essa parcela a diferença entre a unidade e a/d multiplicada ao valor de tensão encontrado pelo modelo de atrito-cisalhamento. Após diversos testes, foi desenvolvida uma ponderação que se encaixou melhor para o peso da relação a/d em cada modelo que compõe a formulação ponderada. O melhor resultado encontrado foi elevando a relação a/d ao expoente 1,3 e o seu complementar a 1,5, como mostram as Equações (5.31) e (5.32).

5.3.2 Formulação mista

- Para $a/d \leq 1,0$:

$$\tau_{c,calc\ FINAL} = \left(\frac{a}{d}\right)^{1,3} \cdot \tau_{c,calc\ BT} + \left(1 - \frac{a}{d}\right)^{1,5} \cdot \tau_{c,calc\ AC} \quad (5.31)$$

- Para $a/d > 1,0$:

$$\tau_{c,calc\ FINAL} = \left(\frac{a}{d}\right)^{1,3} \cdot \tau_{c,calc\ BT} \quad (5.32)$$

onde $\tau_{c,calc\ FINAL}$ é a tensão de cisalhamento final calculada pela ponderação dos dois modelos, $\tau_{c,calc\ BT}$ é a tensão de cisalhamento calculada pelo modelo baseado no de bielas e

tirantes proposto por Vieira (2018) e $\tau_{c,calc AC}$ é a tensão de cisalhamento calculada pelo modelo baseado no de atrito-cisalhamento proposto no presente trabalho.

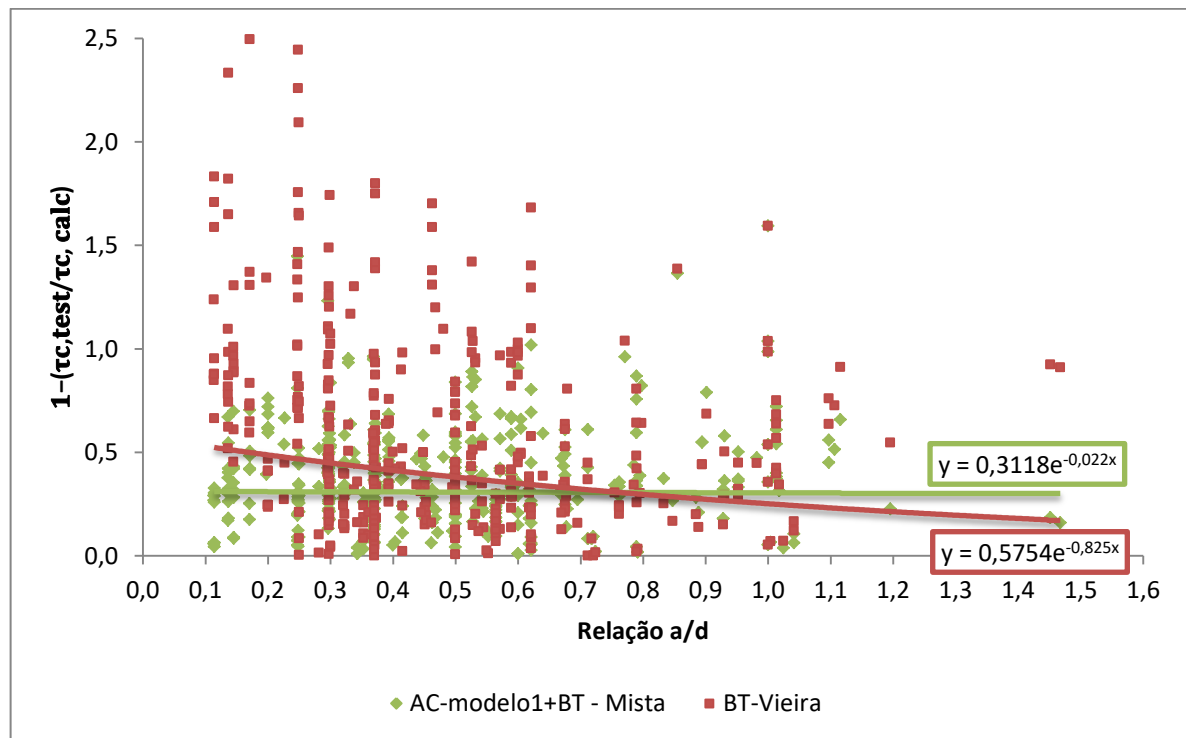
O Apêndice E mostra os resultados finais para as tensões cisalhantes resistentes obtidas a partir da formulação final proposta. Desse modo, observa-se que os resultados encontrados são bastante satisfatórios. As médias e as quantidades de dados que obtiveram tensões calculadas acima das tensões de teste estão representadas na Tabela 14. Nota-se que a formulação AC-modelo2 + BT alcançou uma média mais distante da ideal (1,0) e uma maior quantidade de dados não aceitáveis, comparada à formulação AC-modelo1 + BT. Portanto, foi escolhida a formulação AC-modelo1 + BT para realização das análises estatísticas.

Tabela 14: Média e quantidade para a formulação final proposta

$\frac{\tau_{c, test}}{\tau_{c, calc}}$	Formulação	
	AC-modelo1 + BT	AC-modelo2 + BT
Média:	1,37184	1,48880
Quantidade < 1,0:	18	26

Fonte: A autora

Figura 50: $|1 - (\tau_{c, test}/\tau_{c, calc})|$ versus Relação a/d modelo de Vieira (BT) e AC-modelo1+BT



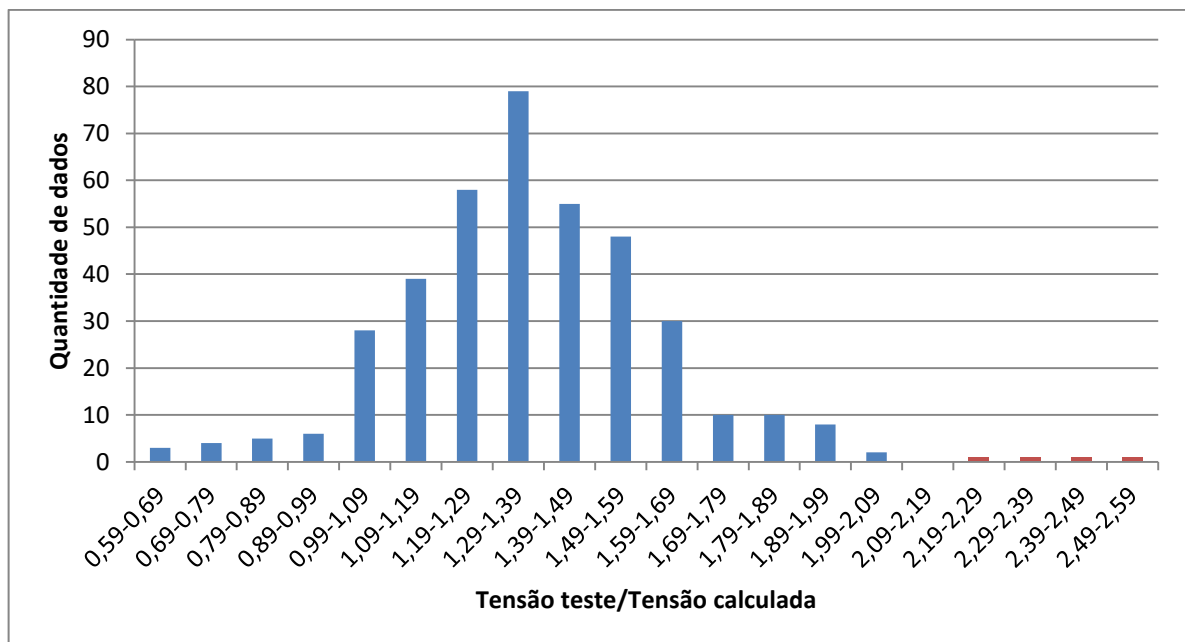
Fonte: A autora

A Figura 50 mostra uma comparação das tensões de cisalhamento calculadas pelo método proposto no presente trabalho com formulação mista e das tensões de cisalhamento encontradas pelo método proposto por Vieira (2018). Percebe-se que a formulação ponderada final tem um comportamento uniforme para todos dos valores de a/d e que a formulação de Vieira (2018) se comporta melhor para relações maiores de a/d , como era esperado.

5.3.3 Análise Estatística

Para uma análise estatística mais detalhada, os dados com melhores resultados (AC-modelo1 + BT) foram divididos em vinte intervalos e criado um histograma para avaliação dos resultados, como mostra a Figura 51.

Figura 51: Histograma dos dados de tensão de teste sobre tensão calculada final (AC-modelo1 +BT)

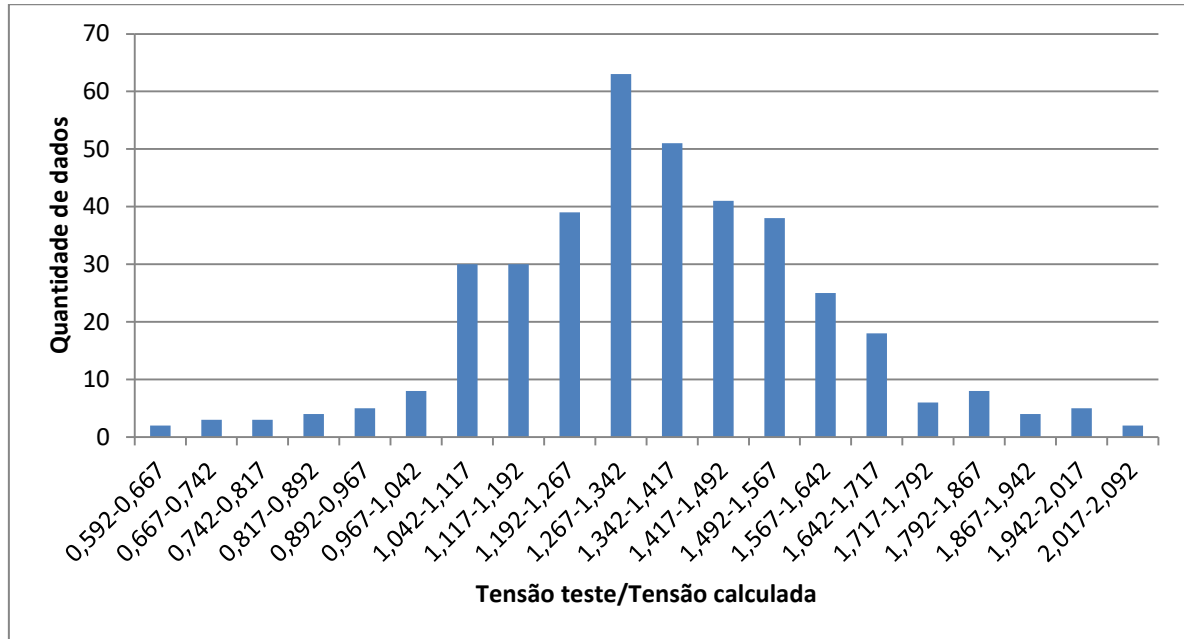


Fonte: A autora

A partir do gráfico é possível verificar que a maior parte dos resultados concentra-se próximo ao valor unitário (1,0) e principalmente acima dele. Também se pode observar que os valores menores que a unidade de $\tau_{c,test}/\tau_{c,calc\ FINAL}$ encontrados estão no 5º percentil, ou seja, somente menos de 5% da amostra analisada não obteve resultado satisfatório.

Para uma melhor análise do histograma, foram eliminados os quatro valores mais altos, compreendidos entre os valores de 2,19 e 2,59 de tensão de teste sobre tensão calculada, representados pelas barras vermelha na Figura 51. O resultado está apresentado na Figura 52 e os novos intervalos e as frequências estão demonstrados na Tabela 15.

Figura 52: Histograma modificado dos dados de tensão de teste sobre tensão calculada final (AC-modelo1 +BT)



Fonte: A autora

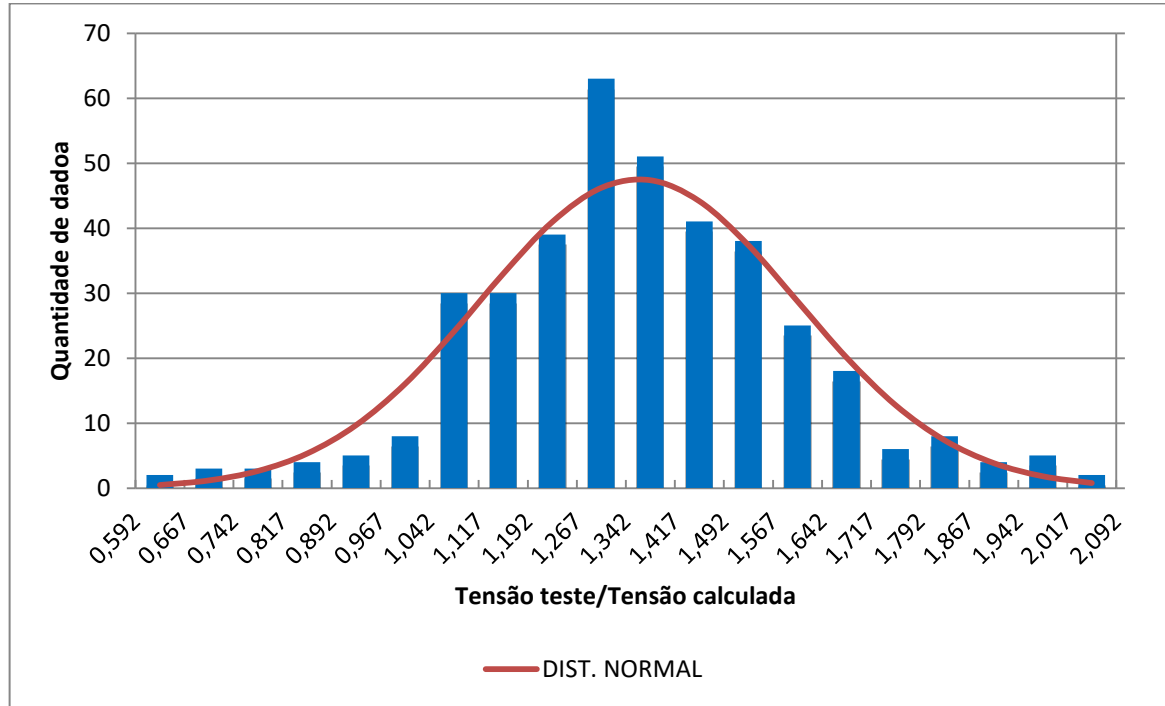
Tabela 15: Intervalos dos dados e frequências

Classes	Início	Fim	Intervalos	Ponto Médio	Frequência
1	0,592	0,667	0,592-0,667	0,6295	2
2	0,667	0,742	0,667-0,742	0,7045	3
3	0,742	0,817	0,742-0,817	0,7795	3
4	0,817	0,892	0,817-0,892	0,8545	4
5	0,892	0,967	0,892-0,967	0,9295	5
6	0,967	1,042	0,967-1,042	1,0045	8
7	1,042	1,117	1,042-1,117	1,0795	30
8	1,117	1,192	1,117-1,192	1,1545	30
9	1,192	1,267	1,192-1,267	1,2295	39
10	1,267	1,342	1,267-1,342	1,3045	63
11	1,342	1,417	1,342-1,417	1,3795	51
12	1,417	1,492	1,417-1,492	1,4545	41
13	1,492	1,567	1,492-1,567	1,5295	38
14	1,567	1,642	1,567-1,642	1,6045	25
15	1,642	1,717	1,642-1,717	1,6795	18
16	1,717	1,792	1,717-1,792	1,7545	6
17	1,792	1,867	1,792-1,867	1,8295	8
18	1,867	1,942	1,867-1,942	1,9045	4
19	1,942	2,017	1,942-2,017	1,9795	5
20	2,017	2,092	2,017-2,092	2,0545	2
Total					385

Fonte: A autora

Além disso, através do teste do Qui-Quadrado, foi realizada uma verificação de aderência do histograma obtido com a distribuição normal. Portanto, com um nível de confiança de 97%, pode-se afirmar que os dados se encaixam em uma distribuição normal. A Figura 53 exibe graficamente a aderência comprovada na Tabela 16.

Figura 53: Histograma (AC-modelo1 +BT) + Distribuição Normal



Fonte: A autora

Tabela 16: Teste de aderência para a Distribuição Normal

Limites/ classes	Prob. dos intervalos	Ej	Ej Ajust.	Oj=Fi	(Oj-Ej A.) ²	(Oj-Ej A.) ² /Ej A.
0,592-0,892	0,03	9,70	9,71	12	5,22	0,54
0,892-0,967	0,03	9,71	9,73	5	22,33	2,30
0,967-1,042	0,04	16,06	16,09	8	65,47	4,07
1,042-1,117	0,06	24,15	24,19	30	33,70	1,39
1,117-1,192	0,09	32,99	33,06	30	9,35	0,28
1,192-1,267	0,11	40,96	41,04	39	4,18	0,10
1,267-1,342	0,12	46,22	46,31	63	278,59	6,02
1,342-1,417	0,12	47,39	47,48	51	12,39	0,26
1,417-1,492	0,11	44,15	44,24	41	10,49	0,24
1,492-1,567	0,10	37,38	37,46	38	0,30	0,01
1,567-1,642	0,07	28,76	28,82	25	14,58	0,51
1,642-1,717	0,05	20,11	20,15	18	4,62	0,23
1,717-1,792	0,03	12,78	12,80	6	46,26	3,61
1,792-1,867	0,02	7,38	7,39	8	0,37	0,05
1,867-2,092	0,02	6,51	6,53	11	20,00	3,06
χ^2 calculado						22,67

Fonte: A autora

O resultado obtido na Tabela 16 do Qui-Quadrado, foi calculado de acordo com a Equação (5.33). Com isso, ele foi comparado ao Qui-Quadrado tabelado para nível de segurança de 3% e grau de liberdade 12. A fórmula para encontrar o grau de liberdade está representada na Equação (5.34).

$$\chi^2_{calc} = \sum_{j=1}^k \left[\frac{(O_j - E_j)^2}{E_j} \right] \quad (5.33)$$

$$\varphi = k - 1 - r \quad (5.34)$$

onde χ^2_{calc} é o Qui-Quadrado calculado, k é a quantidade de classes após a agregação de frequências esperadas inferiores a 5, O_j é a frequência do histograma de dados, E_j é a frequência esperada para uma distribuição normal com média e desvio padrão encontrados a partir dos dados em análise, φ é o grau de liberdade e r representa os parâmetros de média e desvio padrão que precisam ser estimados para que se obtenham as frequências esperadas.

A comparação dos resultados dos Qui-Quadrados está na Tabela 17.

Tabela 17: Qui-Quadrados: calculado e tabelado

Qui-Quadrado	Calculado	Tabelado
Valores:	22,67	22,74

Fonte: A autora

Como o valor tabelado é maior que o calculado, não se pode rejeitar a hipótese de que o histograma se encaixa a uma distribuição normal. Com isso, foi realizada uma inferência estatística para estimar o intervalo de confiança da média populacional das tensões de teste sobre tensões calculadas dos consolos a partir da amostra avaliada.

A fórmula utilizada para o intervalo de confiança quando a variância populacional é desconhecida está na Equação (5.35) e o seu resultado, na (5.36).

$$P\left(\bar{X} - t_{\alpha/2} \cdot \frac{S}{\sqrt{n}} \leq \mu \leq \bar{X} + t_{\alpha/2} \cdot \frac{S}{\sqrt{n}}\right) = 1 - \alpha \quad (5.35)$$

Considerando um nível de significância de 5%:

$$P(1,337 \leq \mu \leq 1,385) = 95\% \quad (5.36)$$

onde P é a probabilidade, $\bar{X}$ é a média amostral, $t_{\alpha/2}$ é o valor encontrado na tabela T de Student para o grau de liberdade e nível de significância pré-definidos, α é o nível de significância pré-definido, S o desvio-padrão amostral e n é a quantidade de elementos da amostra.

6 CONCLUSÃO

A análise inicial para a formulação de atrito-cisalhamento proposta foi realizada com 128 corpos de prova, os quais possuíam relação a/d menor que $1/3$, encontrados na literatura e submetidos a ensaios de ruptura aleatórios. A partir deles, pôde-se observar que os consolos com resistências à compressão superiores a 53 MPa não se comportam com o mesmo padrão demonstrado pelos elementos com resistência entre 12,5 e 53 MPa.

Situação similar também foi identificada ao avaliar o comportamento de 263 espécimes pré-fissurados e submetidos ao tipo de ensaio *push-off*. Portanto, optou-se por estudar os dados com valores de resistência maiores separadamente para que fosse possível encontrar formulações coerentes para todas as análises de intervalos pré-definidos.

Além disso, para intervalos menores que 52,5 MPa, mesmo considerando três possíveis ajustes para o conjunto de intervalos A, o valor da média mais eficaz para a análise dos 128 dados com ruptura aleatória foi o encontrado pelo ajuste utilizando o conjunto de intervalos B (valores menores que 53 MPa), polo 1, onde o valor de $(x;y)$ é igual a $(-2,25;1,0)$, o qual foram necessários modificações em duas retas dos conjuntos de dados selecionados.

Já no caso dos 263 experimentos do tipo *push-off*, o melhor ajuste foi o encontrado pelo polo 3, representado pela combinação das retas 12,5 a 22,5 e 32,5 a 42,5 com interseção em $(x;y) = (-1,25;2,80)$. Como demonstrado, foram escolhidos os resultados, que obtiveram maiores médias e, conseqüentemente, menores valores de tensão de teste sobre tensão calculada inferiores a 1,0.

Para os consolos com resistência à compressão maiores que 52,5 MPa, foi realizado apenas um ajuste no primeiro conjunto de dados e dois ajustes para o segundo. A decisão de realizar mais de uma formulação para cada caso se dá em consequência da mudança de padrão de comportamento à medida que a resistência aumenta.

Então, verificou-se que o modelo proposto por Vieira (2018) é mais eficaz para valores de a/d maiores e menos eficaz em valores menores, e o contrário ocorreu aos modelos de atrito-cisalhamento calibrados neste trabalho. Porém, no caso do segundo conjunto de dados analisado, o modelo proposto no presente trabalho se mostrou mais eficaz para todas as relações a/d .

Com base nos dois modelos, atrito-cisalhamento proposto no presente trabalho e bielas e tirantes proposto por Vieira (2018), foi desenvolvida uma formulação mista para encontrar a

tensão cisalhante resistente final de cálculo. De acordo com o que foi proposto para a formulação final (mista), os valores encontrados geraram tensões de cisalhamento resistente calculada muito próximas às encontrados por testes laboratoriais.

Porém, alguns poucos exemplares isolados ainda resultaram em valores abaixo da unidade, não estando de acordo com o esperado, já que o valor encontrado na ruptura laboratorial deve ser maior que o calculado. Com isso, fazendo uma comparação dos dados obtidos, percebe-se que a análise de consolos com ensaios AC-modelo1+BT apresentou melhores resultados, com média igual a 1,37 e 18 dados menores a unidade.

Ao aplicar a formulação mista proposta no conjunto de 389 consolos com diversas relações a/d , percebe-se que os dados com valores de tensões calculadas maiores que as tensões de teste estão dentro do 5º percentil, o que demonstra um resultado final satisfatório. Também foi definido um intervalo de confiança para média amostral das relações de tensão de teste/tensão calculada, com resultado compreendido entre 1,337 e 1,385 com confiança de 95%.

Por fim, conclui-se que a pesquisa foi de grande valia, pois demonstra um novo ajuste para o modelo de cálculo proposto por Hermansen e Cowan (1974) e Mattock, Chen e Soongswang (1976) para a formulação de atrito-cisalhamento modificado. Além disso, também foi desenvolvida uma formulação mista que atende a qualquer tipo de consolo de forma homóloga, com resultados teóricos próximos aos experimentais.

6.1 Sugestões para pesquisas futuras

Nota-se que se faz necessário um aprimoramento maior nas formulações, acrescentando-se outros espécimes de consolos estudados na literatura e fazendo uma modelagem numérica para checar a calibração, para que seja possível encontrar valores de tensões calculadas abaixo dos encontrados em testes laboratoriais para todos os consolos estudados e para que possa acrescentar mais amostras de corpos de prova com resistências à compressão mais elevadas.

Também podem ser realizados novos experimentos com parâmetros de ensaio fixados, com análise da relação a/d , da porcentagem da armadura de costura e da resistência à compressão do concreto, aumentando, assim, a precisão e diminuindo as variáveis que possam interferir nos resultados finais.

REFERÊNCIAS

- ALKATAN, J. **FRP Shear Transfer Reinforcement for Composite Concrete Construction**. 2016. 159 p. Dissertação de mestrado – Departamento de Engenharia Civil e Ambiental, Universidade de Windsor, Windsor, 2016.
- AMERICAN CONCRETE INSTITUTE. Building Code Requirements for Structural Concrete (ACI 318-08) and Commentary, Michigan, Farmington Hills, 2008, 471 p.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 6118: Projeto de estruturas de concreto – Procedimento. Rio de Janeiro, 2014, 238 p.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 8681: Ações e segurança nas estruturas - Procedimento. Rio de Janeiro, 2004, 18 p.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 9062: Projeto e execução de concreto pré-moldado. Rio de Janeiro, 2017, 94 p.
- AZIZ, O. Q. Shear strength behavior of crushed stone reinforced concrete corbels. 27-28 de Agosto. In: 26th Conference on our World in Concrete & Structures. **Anais...** Singapura, 2001.
- AZIZ, O. Q.; OTHMAN, Z. S. Ultimate Shear Strength of Reinforced High Strength Concrete Corbels Subjected to Vertical Load. **Al-Rafidain Engineering**, vol. 18(1), jan, 2010.
- BANTA, T. E. **Horizontal shear transfer between ultra high performance concrete and lightweight concrete**. 2005. 138 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Departamento de Engenharia Civil, Instituto Politécnico e Universidade Estadual da Virgínia, Blacksburg, 2005.
- BOURGET, M.; DELMAS, Y; TOUTLEMOND, F. Experimental study of the behavior of reinforced high-strength concrete short corbels. **Materials and Structures**, vol. 34, pp. 155-162, abr, 2001.
- CAMPIONE, G.; LA MENDOLA, L.; PAPIA, M. Flexural behaviour of concrete corbels containing steel fibers or wrapped with FRP sheets. **Materials and Structures**, vol. 38, pp. 617-625, julho, 2005.
- CAMPIONE, G.; LA MENDOLA, L.; MANGIAVILLANO, M. L. Steel Fiber-Reinforced Concrete Corbels: Experimental Behavior and Shear Strength Prediction. **ACI Structural Journal**, vol. 104(5), pp. 570-579, set-out, 2007.

CAMPOS FILHO, A. **Detalhamento das estruturas de concreto pelo método das Bielas e Tirantes**. Porto Alegre, 1996. Apostila da disciplina de Tópicos Avançados em Concreto da Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Disponível em: <<http://chasqueweb.ufrgs.br/~americo/topicos/bielas.pdf>>. Acesso em 07 de julho 2019.

CAMPOS, M. A. **Comparação entre diferentes modelos de cálculo para consolos de concreto pré-moldado**. 2010. 131 p. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil) - Escola de Engenharia Civil, Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2010.

CARVALHO, D. C. S.; MAUÉS F. P.; TAPAJÓS, L. S.; FERREIRA, M. P. Análise computacional de consolos de concreto armado de alta resistência. In: XXXVII Iberian Latin-American Congress on Computational Methods in Engineering, 2016, Brasília. **Anais...** Brasília: ABMEC, nov. 6-9, 2016.

CHAKRABARTI, P. R.; FARARANI, D. J.; KASHOU, S. I. Reinforced and precompressed concrete corbels – an experimental study. **ACI Structural Journal**, vol. 86, jul-ago, 1989.

COSTA, J. B. **Estudo Experimental de Consolos de Concreto com Fibras Moldados em Etapas Distintas dos Pilares**. 2009. 124 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Estruturas) - Escola de Engenharia de São Carlos, São Carlos, 2009.

CURTY, L. A. **Estudo Experimental dos Consoles Curtos de Concreto Armado Reforçados com Compósitos de Fibras de Carbono**. 2009. 193 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2009.

DA SILVA, D. A. O. F. **Experimental and numerical assessment of reinforced concrete joints subjected to shear loading**. 2017. 208 p. Tese (Doutorado em Engenharia Civil – Estruturas) – Faculdade de Engenharia, Universidade do Porto, Porto, 2017.

DOS SANTOS, D. **Análise de Vigas de Concreto Armado Utilizando Modelos de Bielas e Tirantes**. 2006. 195 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2006.

DOS SANTOS, D.; STUCCHI, F. R. Dimensionamento de consolos de concreto com o auxílio de modelos de bielas e tirantes - Parte I: fundamentos. **Revista Técnica**, ed. 192, 2012.

EMIKO, L.; THAMARAIKKANNAN, V.; HUAN, W. T.; THANGAYAH, T. Shear transfer in lightweight concrete. **Magazine of Concrete Research**, vol. 63(6), pp. 393-400, jun, 2011.

- FATTUHI, N. I. Column-load effect on reinforced concrete corbels. **Journal Of Structural Engineering**, Nova York, vol. 116(1), pp. 188-197, 1990.
- FATTUHI, N. I. Reinforced concrete corbels made with high-strength concrete and various secondary reinforcements. **ACI Structural Journal**, vol. 91(4), pp. 376-383, jul-ago, 1994.
- FATTUHI, N. I.; HUGHES, B. P. Reinforced steel an polypropylene fiber concrete corbel tests. **The Structural Engineer**, vol. 67(4), pp. 68-72, fev, 1989a.
- FATTUHI, N. I.; HUGHES, B. P. Reinforced steel fiber concrete corbels with various shear span-to-depth ratios. **ACI Materials Journal**, vol. 86(6), pp. 590-596, nov-dez, 1989b.
- FATTUHI, N. I.; HUGHES, B. P. Ductility of reinforced concrete corbels containing either steel fibers or stirrups. **ACI Structural Journal**, vol. 86(6), pp. 644-651, nov-dez, 1989c.
- FERNANDES, G. B. Behavior of reinforced high-strength concrete corbels - Experimental Investigation and Design Model. In: 2' CANMET/ACI International Conference on High-Performance Concrete and Performance and Quality of Concrete Structures. **Anais...** Gramado: Farmington Hills, ACI, pp. 445-462, 1999.
- FERNANDES, R. M.; EL DEBS, M. K. Análise da capacidade resistente de consolos de concreto armado considerando a contribuição da armadura de costura. **Cadernos de Engenharia de Estruturas**, São Carlos, vol. 7(25), pp.103-128, 2005.
- FERNANDES, R. M.; EL DEBS, M. K. Contribuições aos modelos de cálculo para consolos curtos e muito curtos de concreto-armado. **Engenharia - Estudo e Pesquisa**, vol. 5(1), jan-jun, 2002.
- FOSTER, R. M.; HARIA, S.; MORLEY, C. T.; LEES, J. M. Shear Capacity of Reinforced Concrete Subjected to Tension: Experimental Results and Analysis. **Journal of Structural Engineering**, vol. 143(9), 2017.
- FOSTER, S. J.; POWELL, R. E.; SELIM, H. S. Performance of High-Strength Concrete Corbels. **ACI Structural Journal**, vol. 93(5), pp. 555-563, 1996.
- FRANZ, G. Stützenkonsolen. **Beton-und Stahlbetonbau**, vol. 71(4), pp. 95-102, abr, 1976.
- FRANZ, G.; NIEDENHOFF, H. Die bewehrung von Konsolen und gedrunenen Balken. **Beton und Stahalbetonbau**, vol. 58(5), pp. 112-120, 1963.
- HAGBERG, T. Design of Concrete Brackets: On the Application of the Truss analogy. **ACI Journal**, 1983.

- HERMANSEN, B. R.; COWAN, J. Modified Shear Friction Theory for Bracket Design. **ACI Journal**, vol.71(2), pp. 55-60, 1974.
- HOFBECK, J. A.; IBRAHIM, I. O.; MATTOCK, A. H. Shear transfer in reinforced concrete. **ACI Journal**. vol. 66(2), fev, pp. 119-128, 1969.
- HOFF, G. C. High strength lightweight aggregate concrete for arctic applications-Part 3: Structural Parameters. **ACI Special Publication**, vol. 136, pp. 175-246, jan, 1993.
- HSU, T. T. C.; MO, Y. L. **Unified theory of concrete structures**. 1. ed. Chichester: Wiley, 2010.
- HWANG, S. J.; LU, W. Y.; LEE, H. J. Shear Strength Prediction for Reinforced Concrete Corbels. **ACI Structural Journal**, vol. 97(4), pp. 543-552, 2000.
- KAHN, L. F.; MITCHELL, A. D. Shear friction tests with high-strength concrete. **ACI Structural Journal**, vol. 99(1), pp. 98-103, jan- fev, 2002.
- KAMADJAJA S.; FRAGOMENI S.; VAN STADEN R. C. **Numerical Analysis of Reinforced Corbel Width Using High Strength Concrete**. In: Wang C., Ho J., Kitipornchai S. (eds) ACMSM25. Notas de aula em Engenharia Civil, vol. 37. Springer, Singapore, 2020.
- KRIZ, L. B.; RATHS, C. H. Connections in precast concrete structures – Strength of corbels. **PCI Journal**, vol. 10(1), pp. 16-61, 1965.
- LEONHARDT, F.; MONNIG, E. Construções de concreto: princípios básicos sobre armação de estruturas de concreto armado. **Interciência**, Rio de Janeiro, vol. 3(1), 1977.
- LIMA, M. A. A. **Implementação numérica do modelo de bielas e tirantes via MEF: aplicação em blocos de fundação, consolos curtos, vigas-parede e sapatas rígidas**. 2018. 112 p. Dissertação (Mestrado em Construção Metálica) - Departamento de Engenharia Civil, Universidade Federal de Ouro Preto – Escola de Minas, Ouro Preto, 2018.
- LUIZETTO, E.; GRANDO, F. **Estudo das soluções empregadas em consolos curtos monolíticos de pilares pré-moldados na região de Pato Branco – PR**. 2014. 132 p. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil) - Departamento Acadêmico de Engenharia, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Pato Branco, 2014.
- MACHADO, C. P. **Consolos Curtos e Muito Curtos de Concreto Armado**. 1998. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) - Escola Politécnica da USP, São Paulo, 1998.

MACHADO, C. P.; PIMENTA, P. M. Consolos Muito Curtos de Concreto Armado: Modelos e Critérios para a Análise com uma Nova Formulação Proposta de Atrito-Cisalhamento. In: IV SIMPÓSIO EPUSP SOBRE ESTRUTURAS DE CONCRETO, 2000, São Paulo. **Anais...** São Paulo: USP, 2000a. 23 p.

MACHADO, C.P.; PIMENTA, P. M. Consolos Curtos de Concreto Armado: Melhoramento de Modelos Clássicos e Novos Critérios de Análise. In: IV SIMPÓSIO EPUSP SOBRE ESTRUTURAS DE CONCRETO. **Anais...** São Paulo, 2000b. 28 p.

MANSUR, M. A.; VINAYAGAM, T.; TAN, K.-H. Shear transfer across a crack in reinforced high-strength concrete. **Journal of Materials in Civil Engineering**, vol.20(4), pp.294-302, abr, 2008.

MAST, R. F. Auxiliary Reinforcement in Concrete Connections. **Anais...** ASCE, vol. 94. ST6, pp. 1485-1504, 1968.

MATTOCK, A. H. **Shear transfer under monotonic loading, across an interface between concretes cast at different times**. 1976. 71 p. Trabalho de conclusão de curso, parte 1. Departamento de Engenharia Civil, Universidade de Washington, Seattle, 1976.

MATTOCK, A. H. Shear Friction and High-Strength Concrete. **ACI Structural Journal**, vol. 98(1), pp. 50-59, jan-fev, 2001.

MATTOCK, A. H.; CHEN, K. C.; SOONSWANG, K. The behavior of reinforced concrete corbels. **PCI Journal**, vol. 21(3), pp. 18-42, mai-jun, 1976.

MATTOCK, A. H.; HAWKINS, N. M. Shear transfer in reinforced concrete – recent research. **PCI Journal**, vol. 17(2), pp. 55-75, mar-abr, 1972.

MATTOCK, A. H.; JOHAL, L.; CHOW, H. C. Shear transfer in reinforced concrete with moment or tension acting across the shear plane. **PCI Journal**, vol. 20(4), pp. 76-93, jul-ago, 1975.

MATTOCK, A. H.; LI, W. K.; WANG, T. C. Shear transfer in lightweight reinforced concrete. **PCI Journal**, vol. 32(1), pp. 20-39, jan-fev, 1976.

MELLO, A. F. A. **Análise e dimensionamento de vigas-parede em concreto armado utilizando o método biela-painel**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade Estadual de Maringá, Maringá, 2015.

MENEZES, C. M. T.; EL DEBS, M. K. Estudo de consolos e dentes de concreto moldados em etapas distintas para ligações de concreto pré-moldado. **Cadernos de Engenharia de Estruturas**, São Carlos, vol. 11(53), pp. 13-16, 2009.

NAEGELI, C. H. **Estudo experimental de consolos em concreto armado**. 1988. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 1988.

NAEGELI, C. H. **Estudo de consolos de concreto armado**. 1997. 224 p. Tese de Doutorado – Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 1997.

NAGRODZKA-GODYCKA, K. Behavior of Corbels with External Prestressing Bars - Experimental Study. **ACI Structural Journal**, vol. 96(6), nov-dez, 1999.

PARK, R.; PAULAY, T. **Reinforced concrete structures**. New York, John Wiley & Sons, 1983. 690 p.

PEREIRA, P. S. **Avaliação da teoria atrito-cisalhamento em concreto leve e de alta resistência**. 2016. 132 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Departamento de Engenharia Civil, Universidade Estadual do Norte Fluminense, Campos dos Goytacazes, 2016.

POWELL, R. E.; FOSTER, S. J. Experimental Investigation on Rectangular Corbels Cast in High-Strength Concrete. **UNICIV Report No. R-338**, University of New South Wales, School of Civil Engineering, 216 p., ago, 1994.

QARANI, O.; ZRAR, A.; HOTHMAN, S. Ultimate shear strength of reinforced high strength concrete corbels subjective to vertical load. **Al-Rafidain Engineering**, vol. 18(1), jan, 2010.

REIS, A. P. A.; TORRES, F. M. **Estudo experimental de consolos em concreto armado**. 1996. 106 p. Trabalho de Conclusão de Curso - Departamento de Engenharia Civil, Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 1996.

REZAEI, M.; OSMAN, S. A.; SHANMUGAM, N. E. Finite element analysis of reinforced concrete corbels. In: 3rd WSEAS International Conference on Engineering Mechanics, Structures, Engineering Geology. **Anais...** – EMESEG '10, pp. 448–52, 2010.

ROBINSON, J. R. **Éléments constructifs spéciaux du béton armé**. Paris: Eyrolles, 1975.

ROBINSON, J. R. L'armature des Consoles Courtes. **Aus Theorie und Praxis des Stahlbetonbaues**. Publicação comemorativa pelo 65º aniversário do professor Herm Gotthard Franz. Berlim, Wilhelm Ernst, 1969.

SCHLAICH, J; SCHAFER, K; JENNEWEIN, M. Towards a consistent design of structural concrete. **PCI Journal**, vol. 32(3), pp. 74-150, mai-jun, 1987.

SELIM, H. S.; FOSTER, S. J.; GOWRIPALAN, N. Experimental Investigation on High-Strength Concrete Corbels. **UNICIV Report No. R-310**, University of New South Wales, School of Civil Engineering, 146 p., jan, 1993.

SHAW, D. M.; SNEED, L. H. Interface shear transfer of lightweight-aggregate concretes cast at different times. **PCI Journal**, vol. 59(3), pp. 130-144, edição de verão, 2014.

STRAUSS, A.; MORDINI, A.; BERGMEISTER, K. Nonlinear finite element analysis of reinforced concrete corbels at both deterministic and probabilistic levels. **Computers and Concrete Journal**, vol. 3(2/3), pp. 123-144, 2006.

TORRES, F. M. **Análise teórico-experimental de consolos de concreto armado**. 1998. 112 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Estruturas) - Escola de Engenharia de São Carlos, São Carlos, 1998.

TORRES, F. M.; PINHEIRO, L. M. **Comportamento e dimensionamento de consolos curtos e muito curtos**. São Carlos, década provável [200?].

TORRES, F. M.; REIS, A. P. A.; GOMES, R. B.; ANDRADE, M. A. S.; PINHEIRO, L. M. Estudo teórico-experimental da força de ruína de consolos. In: 28 Jornadas Sul-Americanas de Engenharia Estrutural. **Anais...** São Carlos: EESC-USP, vol. 3, pp. 1005-1014, 1997.

VIEIRA, L. F. L. **Um novo modelo de projeto de consolos de concreto armado**. 2018. 120 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Departamento de Engenharia Civil, Universidade Federal de Sergipe. São Cristóvão, 2018.

WALRAVEN, J. C.; FRENAY, J.; PRUIJSSERS, A. Influence of Concrete Strength and Load History on the Shear Friction Capacity of Concrete Members. **PCI Journal**, vol. 32(1), pp. 66-84, jan-fev, 1987.

WALRAVEN, J. C.; STROBAND, J. Shear friction in high-strength concrete. **ACI Special Publication**, vol. 149, pp. 311-330, out, 1994.

YONG, Y. K.; BALAGURU, P. Behavior of reinforced high-strength concrete corbels. **Journal of Structural Engineerings**, vol. 120(4), pp. 1182-1201, jan-fev, 1994.

YONG, Y. K.; MCCLOSKEY, D. H.; NAWY, E. G. Reinforced corbels of high-strength concrete. **ACI Special Publication**, vol. 87, pp. 197-212, set, 1985.

YOUSIF, A. R. Prediction of ultimate load capacity of high strength reinforced concrete corbels. **Al-Rafidain Engineering Journal**, vol. 17(4), pp. 12-27, 2009.

ZELLER, W. Conclusions from Tests on Corbels. **IABSE Colloquium**, Structural Concrete, International Association for Bridge and Structural Engineering, Stuttgart, 1991.

ANEXO A

	Espécime	Geometria							Concreto	Armadura principal					Armadura secundária				H/V	Rupturas experimentais		Vu,exp (kN)
		a (mm)	d (mm)	a/d	b (mm)	h (mm)	wp (mm)	c (mm)	fc (MPa)	Asi (mm ²)	f _{yi} (MPa)	d _i (mm)	ρ (%)	ω (%)	Asi total (mm ²)	f _{yi} (MPa)	ρ (%)	ω (%)		De acordo com os dados	Armadura principal escoada (Y) ou não escoada (NY)	
1	KR-1	70	513	0,14	203	559	76	305	26,1	396	312	513	0,38	4,54	-	-	-	-	0,00	S	Y	444
2	KR-2	70	513	0,14	203	559	127	305	42,5	396	324	513	0,38	2,90	-	-	-	-	0,00	S	Y	783
3	KR-3	70	615	0,11	203	660	76	305	26,3	400	312	615	0,32	3,80	-	-	-	-	0,00	S	Y	485
4	KR-4	70	409	0,17	203	457	76	305	24,3	772	300	409	0,93	11,48	-	-	-	-	0,00	S	Y	445
5	KR-5	70	511	0,14	203	559	76	305	26,5	778	298	511	0,75	8,43	-	-	-	-	0,00	S	Y	607
6	KR-6	70	612	0,11	203	660	76	305	27,4	770	324	612	0,62	7,33	-	-	-	-	0,00	S	Y	611
7	KR-7	70	409	0,17	203	457	76	305	22,5	1544	298	409	1,86	24,63	-	-	-	-	0,00	S	NY	624
8	KR-8	70	511	0,14	203	559	76	305	28,8	1546	316	511	1,49	16,35	-	-	-	-	0,00	S	Y	780
9	KR-9	70	511	0,14	203	559	127	305	44,8	1546	310	511	1,49	10,31	-	-	-	-	0,00	S	Y	1180
10	KR-10	70	612	0,11	203	660	76	305	33,0	1541	324	612	1,24	12,17	-	-	-	-	0,00	S	Y	769
11	KR-11	102	307	0,33	406	356	76	152	26,9	1546	329	307	1,24	15,17	-	-	-	-	0,00	C-DS	Y	820
12	KR-13	152	513	0,30	203	559	76	305	31,6	260	351	513	0,25	2,78	-	-	-	-	0,00	T	Y	426
13	KR-14	152	615	0,25	203	660	76	305	31,3	262	351	615	0,21	2,35	-	-	-	-	0,00	C-DS	Y	374
14	KR-19	152	513	0,30	203	559	76	305	26,1	396	298	513	0,38	4,34	-	-	-	-	0,00	C-DS	Y	411
15	KR-20	152	513	0,30	203	559	76	305	24,5	396	660	513	0,38	10,24	-	-	-	-	0,00	C-DS	NY	383
16	KR-21	152	615	0,25	203	660	76	305	27	400	298	615	0,32	3,53	-	-	-	-	0,00	C-DS	Y	423
17	KR-22	152	615	0,25	203	660	76	305	25,8	400	660	615	0,32	8,19	-	-	-	-	0,00	C-DS	NY	467
18	KR-23	152	615	0,25	203	660	76	305	27,2	400	310	615	0,32	3,65	-	-	-	-	0,00	C-DS	NY	393
19	KR-27	152	511	0,30	203	559	76	305	29,8	778	326	511	0,75	8,20	-	-	-	-	0,00	C-DS	Y	511
20	KR-28	152	612	0,25	203	660	76	305	31,9	770	326	612	0,62	6,34	-	-	-	-	0,00	C-DS	Y	555
21	KR-29	152	612	0,25	203	660	76	305	25,7	770	327	612	0,62	7,89	-	-	-	-	0,00	S	NY	548
22	KR-30	152	508	0,30	203	559	76	305	29,4	1021	314	508	0,99	10,57	-	-	-	-	0,00	C-DS	Y	600
23	KR-31	152	610	0,25	203	660	76	305	27,9	1015	321	610	0,82	9,43	-	-	-	-	0,00	C-DS	Y	668
24	KR-32	152	610	0,25	203	660	76	305	30,3	1015	314	610	0,82	8,50	-	-	-	-	0,00	C-DS	Y	622

	Espécime	Geometria							Concreto	Armadura principal					Armadura secundária				H/V	Rupturas experimentais		Vu,exp (kN)
		a (mm)	d (mm)	a/d	b (mm)	h (mm)	wp (mm)	c (mm)	fc (MPa)	Asi (mm ²)	f _{yi} (MPa)	d _i (mm)	ρ (%)	ω (%)	Asi total (mm ²)	f _{yi} (MPa)	ρ (%)	ω (%)		De acordo com os dados	Armadura principal escoada (Y) ou não escoada (NY)	
25	KR-36	152	612	0,25	203	660	76	305	27,3	1541	326	612	1,24	14,81	-	-	-	-	0,00	C-DS	*	689
26	KR-37	152	612	0,25	203	660	76	305	26	1541	374	612	1,24	17,84	-	-	-	-	0,00	S	NY	693
27	KR-75	318	1059	0,30	203	1143	76	610	28,3	2042	313	1059	0,95	10,51	-	-	-	-	0,00	C-DS	NY	952
28	KR-76	318	1059	0,30	203	1143	76	610	28,2	2042	322	1059	0,95	10,85	-	-	-	-	0,00	C-DS	NY	1112
29	KR-77	89	615	0,14	203	660	127	305	15,2	599	312	615	0,48	9,85	-	-	-	-	0,00	S	NY	408
30	KR-78	89	612	0,15	203	660	127	305	15,2	1155	305	612	0,93	18,65	-	-	-	-	0,00	S	NY	468
31	KR-80	152	513	0,30	203	559	127	305	16,8	510	300	513	0,49	8,75	-	-	-	-	0,00	C-FC	Y	370
32	KR-81	152	511	0,30	203	559	127	305	17,7	975	307	511	0,94	16,30	-	-	-	-	0,00	C-FC	Y	481
33	KR-82	121	406	0,30	203	457	127	305	14,5	1014	311	406	1,23	26,39	-	-	-	-	0,00	C-FC	NY	375
34	KR-86	89	615	0,14	203	660	127	305	28,8	599	319	615	0,48	5,31	-	-	-	-	0,00	S	Y	756
35	KR-87	89	612	0,15	203	660	127	305	26,8	1155	305	612	0,93	10,58	-	-	-	-	0,00	S	NY	690
36	KR-88	89	612	0,15	203	660	127	305	26,3	1541	327	612	1,24	15,42	-	-	-	-	0,00	S	NY	664
37	KR-89	152	513	0,30	203	559	127	305	27,6	510	309	513	0,49	5,48	-	-	-	-	0,00	C-FC	Y	490
38	KR-90	152	511	0,30	203	559	127	305	29,2	975	320	511	0,94	10,30	-	-	-	-	0,00	S	Y	692
39	KR-91	121	406	0,30	203	457	127	305	28,0	1014	322	406	1,23	14,15	-	-	-	-	0,00	S	NY	547
40	KR-95	89	615	0,14	203	660	127	305	43,5	599	312	615	0,48	3,44	-	-	-	-	0,00	S	Y	845
41	KR-96	89	612	0,15	203	660	127	305	44,3	1155	320	612	0,93	6,72	-	-	-	-	0,00	S	Y	1115
42	KR-97	89	612	0,15	203	660	127	305	44,3	1541	305	612	1,24	8,54	-	-	-	-	0,00	S	NY	952
43	KR-98	152	513	0,30	203	559	127	305	45,6	510	307	513	0,49	3,30	-	-	-	-	0,00	S	Y	566
44	KR-99	152	511	0,30	203	559	127	305	45,3	975	320	511	0,94	6,64	-	-	-	-	0,00	C-DS	Y	823
45	KR-100	121	406	0,30	203	457	127	305	44,3	1014	327	406	1,23	9,08	-	-	-	-	0,00	S	Y	763
46	KR-104	70	411	0,17	203	457	76	305	29,0	401	315	411	0,48	5,22	-	-	-	-	0,50	S	Y	250
47	KR-105	70	513	0,14	203	559	76	305	26,6	396	315	513	0,38	4,50	-	-	-	-	0,50	S	Y	276
48	KR-106	70	615	0,11	203	660	76	305	27,9	399	326	615	0,32	3,73	-	-	-	-	0,50	S	Y	308
49	KR-107	70	409	0,17	203	457	76	305	28,1	772	334	409	0,93	11,05	-	-	-	-	0,50	S	Y	356

	Espécime	Geometria							Concreto	Armadura principal					Armadura secundária				H/V	Rupturas experimentais		Vu,exp (kN)
		a (mm)	d (mm)	a/d	b (mm)	h (mm)	wp (mm)	c (mm)	fc (MPa)	Asi (mm ²)	f _{yi} (MPa)	d _i (mm)	ρ (%)	ω (%)	Asi total (mm ²)	f _{yi} (MPa)	ρ (%)	ω (%)		De acordo com os dados	Armadura principal escoada (Y) ou não escoada (NY)	
50	KR-108	70	511	0,14	203	559	76	305	26,6	777	329	511	0,75	9,26	-	-	-	-	0,50	S	Y	369
51	KR-109	70	612	0,11	203	660	76	305	29,2	770	332	612	0,62	7,05	-	-	-	-	0,50	S	Y	445
52	KR-110	70	409	0,17	203	457	76	305	29,3	1544	327	409	1,86	20,75	-	-	-	-	0,50	S	Y	534
53	KR-111	70	511	0,14	203	559	76	305	26,9	1544	336	511	1,49	18,59	-	-	-	-	0,50	S	Y	567
54	KR-112	70	612	0,11	203	660	76	305	29,7	1541	336	612	1,24	14,03	-	-	-	-	0,50	S	Y	623
55	KR-114	152	513	0,30	203	559	76	305	29,8	396	315	513	0,38	4,02	-	-	-	-	0,50	T	Y	240
56	KR-115	152	615	0,25	203	660	76	305	34,1	399	315	615	0,32	2,95	-	-	-	-	0,50	T	Y	292
57	KR-117	152	511	0,30	203	559	76	305	26,8	777	308	511	0,75	8,61	-	-	-	-	0,50	S	Y	323
58	KR-118	152	612	0,25	203	660	76	305	29,2	770	333	612	0,62	7,07	-	-	-	-	0,50	S	Y	390
59	KR-120	152	511	0,30	203	559	76	305	28,5	1544	329	511	1,49	17,18	-	-	-	-	0,50	S	Y	512
60	KR-121	152	612	0,25	203	660	76	305	27,4	1541	332	612	1,24	15,03	-	-	-	-	0,50	S	Y	511
61	KR-135	76	307	0,25	203	356	76	152	44,3	773	322	307	1,24	9,02	-	-	-	-	0,75	S	Y	333
62	KR-136	70	411	0,17	203	457	76	305	26,7	401	324	411	0,48	5,83	-	-	-	-	1,00	T	Y	145
63	KR-137	70	513	0,14	203	559	76	305	31,8	396	305	513	0,38	3,65	-	-	-	-	1,00	T	Y	161
64	KR-138	70	615	0,11	203	660	76	305	26,7	399	322	615	0,32	3,85	-	-	-	-	1,00	T	Y	184
65	KR-139	70	409	0,17	203	457	76	305	30,5	772	305	409	0,93	9,30	-	-	-	-	1,00	T	Y	288
66	KR-140	70	511	0,14	203	559	76	305	26,8	777	305	511	0,75	8,52	-	-	-	-	1,00	T	Y	267
67	KR-141	70	612	0,11	203	660	76	305	27,6	770	312	612	0,62	7,01	-	-	-	-	1,00	S	Y	289
68	KR-142	70	409	0,17	203	457	76	305	29,4	1544	305	409	1,86	19,29	-	-	-	-	1,00	S	Y	378
69	KR-143	70	511	0,14	203	559	76	305	28,3	1544	325	511	1,49	17,09	-	-	-	-	1,00	S	Y	411
70	KR-144	70	612	0,11	203	660	76	305	29,3	1541	336	612	1,24	14,22	-	-	-	-	1,00	S	Y	456
71	KR-146	152	513	0,30	203	559	76	305	29,6	396	310	513	0,38	3,98	-	-	-	-	1,00	T	Y	119
72	KR-147	152	615	0,25	203	660	76	305	27,9	399	310	615	0,32	3,55	-	-	-	-	1,00	T	Y	211
73	KR-149	152	511	0,30	203	559	76	305	29,8	777	300	511	0,75	7,54	-	-	-	-	1,00	T	Y	250
74	KR-150	152	612	0,25	203	660	76	305	27,9	770	300	612	0,62	6,66	-	-	-	-	1,00	T	Y	267

	Espécime	Geometria							Concreto	Armadura principal					Armadura secundária				H/V	Rupturas experimentais		Vu,exp (kN)
		a (mm)	d (mm)	a/d	b (mm)	h (mm)	wp (mm)	c (mm)	fc (MPa)	Asi (mm ²)	f _{yi} (MPa)	d _i (mm)	ρ (%)	ω (%)	Asi total (mm ²)	f _{yi} (MPa)	ρ (%)	ω (%)		De acordo com os dados	Armadura principal escoou (Y) ou não escoou (NY)	
75	KR-152	152	511	0,30	203	559	76	305	28,5	1544	334	511	1,49	17,44	-	-	-	-	1,00	S	Y	367
76	KR-153	152	612	0,25	203	660	76	305	27,3	1541	312	612	1,24	14,18	-	-	-	-	1,00	C-DS	Y	347
77	KR-169	76	307	0,25	203	356	76	152	45,8	1546	322	307	2,48	17,44	-	-	-	-	1,25	S	Y	422
78	KR-10S	121,49	408,5	0,30	203	457	127	305	28,6	773	327	408,5	0,93	10,68	515,00	337,5	0,62	7,35	0,00	NR	Y	694
79	KR-16S	121	612	0,20	203	660	76	305	28,3	1157	326	612	0,93	10,73	771,00	338	0,62	7,41	1,00	NR	Y	505
80	HC-H1	121	375	0,32	228	406	114	228	39,8	504	341	375	0,59	5,05	128,00	380	0,15	1,43	0,00	S	-	600
81	HC-H2	121	375	0,32	228	406	114	228	35,8	504	341	375	0,59	5,61	128,00	380	0,15	1,59	0,00	S	-	520
82	HC-H3	121	375	0,32	228	406	114	228	37,8	504	341	375	0,59	5,32	300,00	303	0,35	2,81	0,00	S	-	570
83	HC-H4	121	375	0,32	228	406	114	228	38,7	504	341	375	0,59	5,19	300,00	303	0,35	2,75	0,00	S	-	580
84	HC-H7	111	372	0,30	228	406	133	228	36,1	1145	350	372	1,35	13,09	568,00	342	0,67	6,34	0,00	S	-	900
85	HC-H8	111	372	0,30	228	406	133	228	30,4	1145	350	372	1,35	15,54	568,00	342	0,67	7,53	0,00	S	-	915
86	HC-H9	111	373	0,30	228	406	133	228	37,6	646	353	373	0,76	7,13	850,00	340	1,00	9,04	0,00	S	-	885
87	HC-H10	111	372	0,30	228	406	133	228	33,9	1145	350	372	1,35	13,94	568,00	342	0,67	6,76	0,00	S	-	860
88	HC-H13	111	372	0,30	228	406	133	228	36,7	1145	336	372	1,35	12,36	568,00	342	0,67	6,24	0,00	S	-	805
89	HC-H14	121	375	0,32	228	406	133	228	40	504	349	375	0,59	5,14	300,00	249	0,35	2,18	0,00	S	-	698
90	HC-H19	111	375	0,30	228	406	133	228	46,5	393	343	375	0,46	3,39	-	-	-	-	0,00	S	-	498
91	HC-H20	111	375	0,30	228	406	133	228	44,7	248	348	375	0,29	2,26	1018,00	328	1,19	8,74	0,00	S	-	903
92	HC-H21	111	373	0,30	228	406	133	228	30,4	646	326	373	0,76	8,15	850,00	256	1,00	8,42	0,00	S	-	682
93	HC-H22	111	373	0,30	228	406	133	228	47,3	646	326	373	0,76	5,24	850,00	256	1,00	5,41	0,00	S	-	870
94	HC-H23	111	373	0,30	228	406	133	228	41,4	646	326	373	0,76	5,98	850,00	256	1,00	6,18	0,00	S	-	739
95	HC-H25	111	373	0,30	228	406	133	228	38,5	1216	331	373	1,43	12,29	850,00	256	1,00	6,65	0,28	S	-	711
96	HC-H26	111	373	0,30	228	406	133	228	39,1	1786	332	373	2,10	17,83	850,00	256	1,00	6,54	0,57	S	-	691
97	HC-H27	111	372	0,30	228	406	133	228	37,3	1705	338	372	2,01	18,22	-	-	-	-	0,00	C-FC	-	743
98	HC-H28	111	375	0,30	228	406	133	228	40,3	376	345	375	0,44	3,76	-	-	-	-	0,00	S	-	467
99	HC-H29	111	375	0,30	228	406	133	228	17,6	376	345	375	0,44	8,62	-	-	-	-	0,00	S	-	462

	Espécime	Geometria							Concreto	Armadura principal					Armadura secundária				H/V	Rupturas experimentais		Vu,exp (kN)
		a (mm)	d (mm)	a/d	b (mm)	h (mm)	wp (mm)	c (mm)	fc (MPa)	Asi (mm ²)	f _{yi} (MPa)	d _i (mm)	ρ (%)	ω (%)	Asi total (mm ²)	f _{yi} (MPa)	ρ (%)	ω (%)		De acordo com os dados	Armadura principal escoada (Y) ou não escoada (NY)	
100	HC-HT1	121	375	0,32	228	406	114	228	45	504	346	375	0,59	4,53	282,00	342	0,33	2,51	0,00	S	-	640
101	HC-HS1	76	237	0,32	152	268	76	152	36	382	343	237	1,06	10,10	198,00	253	0,55	3,86	0,00	S	-	292
102	HC-HS2	76	237	0,32	152	268	76	152	32	382	343	237	1,06	11,37	298,00	251	0,83	6,49	0,00	S	-	315
103	HC-HS3	76	237	0,32	152	268	76	152	46,5	285	341	237	0,79	5,80	-	-	-	-	0,00	S	-	263
104	MA-E1	51	226	0,23	127	254	102	152	28,1	542	436	226	1,89	29,30	96,00	441	0,33	5,25	0,59	C-FC	T	245
105	MA-H1	51	225	0,23	127	254	102	152	27	600	459	225	2,10	35,70	130,00	441	0,45	7,43	0,53	C-FC	T	298
106	CH-TA2	76	231	0,33	152	254	102	152	28,3	214	441	206	0,61	9,50	126,00	383	0,36	4,86	0,00	T	T	334
107	CH-TA4	76	231	0,33	152	254	102	152	34,9	214	441	206	0,61	7,70	126,00	383	0,36	3,94	0,00	T	T	383
108	GO-WIII-4	105	350	0,30	200	400	100	205	25,0	729	492	350	1,04	20,50	169,50	291	0,24	2,82	0,00			650
109	ROB-2	80	400	0,20	280	444	150	210	30,0	905	340	400	0,81	9,16	-	-	-	-	0,00	T		850
110	ROB-3	80	400	0,20	280	444	150	210	30,0	905	336	400	0,81	9,05	-	-	-	-	0,00	T		885
111	ROB-4	80	400	0,20	280	444	150	210	30,0	905	321	400	0,81	8,65	-	-	-	-	0,00	T		850
112	ROB-10	80	400	0,20	280	436	150	210	30,0	804	300	400	0,72	7,18	-	-	-	-	0,00	T		750
113	ROB-11	80	400	0,20	280	436	150	210	30,0	804	300	400	0,72	7,18	-	-	-	-	0,00	T		750
114	ROB-12	80	400	0,20	280	436	150	210	30,0	804	308	400	0,72	7,37	-	-	-	-	0,00	T		745
115	ROB-13	80	400	0,20	280	436	150	210	30,0	804	303	400	0,72	7,25	-	-	-	-	0,00	T		750
116	YO-E1	89	356	0,25	254	406	90	254	62,1	800	420	356	0,88	5,98	284,00	420	0,31	2,12	0,20	C-FC	T	712
117	YO-E2	89	356	0,25	254	406	90	254	64,9	800	420	356	0,88	5,73	284,00	420	0,31	2,03	0,20	C-FC	T	801
118	YO-E3	89	356	0,25	254	406	90	254	79,5	1303	420	356	1,44	7,61	568,00	420	0,63	3,32	0,20	C-FC	T	1079
119	FO-PC1	150	500	0,30	150	600	100	300	53,0	679	420	500	0,90	7,17	-	-	-	-	0,00	C-DS	C	650
120	FO-PC2	150	500	0,30	150	600	100	300	53,0	679	420	500	0,90	7,17	471,24	360	0,63	4,27	0,00	C-FC	C	1040
121	FO-PF1	150	500	0,30	150	600	100	300	105,0	679	420	500	0,90	3,62	-	-	-	-	0,00	T	T	750
122	FO-PF2	150	500	0,30	150	600	100	300	105,0	679	420	500	0,90	3,62	471,24	360	0,63	2,15	0,00	T	T	1050
123	NA-C3	100	355	0,28	250	430	150	200	34,7	300	746	355	0,34	7,27	112,00	1201	0,13	4,37	0,00	S	C	700
124	NA-C3A	100	355	0,28	250	430	150	200	30,0	300	733	355	0,34	8,26	112,00	790	0,13	3,32	0,00	S	T	670

	Espécime	Geometria							Concreto	Armadura principal					Armadura secundária				H/V	Rupturas experimentais		Vu,exp (kN)
		a (mm)	d (mm)	a/d	b (mm)	h (mm)	wp (mm)	c (mm)	fc (MPa)	Asi (mm ²)	f _{yi} (MPa)	d _i (mm)	ρ (%)	ω (%)	Asi total (mm ²)	f _{yi} (MPa)	ρ (%)	ω (%)		De acordo com os dados	Armadura principal escoada (Y) ou não escoada (NY)	
125	BO-C3-80	82	328	0,25	150	360	50	250	91,0	402	525	328	0,82	4,72	301,59	550	0,61	3,70	0,00	T	T	807
126	BO-C1-100	82	328	0,25	150	360	50	250	106,0	452	550	328	0,92	4,77	414,69	550	0,84	4,37	0,00	T	T	980
127	BO-C1-120	82	328	0,25	150	360	50	250	132,0	308	550	328	0,63	2,61	609,47	550	1,24	5,16	0,00	C-FC	T	1117
128	AZ-C10	66	264	0,25	145	300	40	250	28,5	402	523	264	1,05	19,30	-	-	-	-	0,00	C-DS	-	217

ANEXO B

Corpo de prova	$\rho_v f_y$ (MPa)	t_u (MPa)	f_c (MPa)	Corpo de prova	$\rho_v f_y$ (MPa)	t_u (MPa)	f_c (MPa)
C3	4,63	3,62	13,79	E3	4,30	5,86	42,33
C4	6,35	3,86	14,13	C5	8,00	5,38	42,51
C1	1,50	2,51	16,07	C6	9,98	6,08	42,51
C2	3,25	3,54	16,07	G5	8,38	4,04	42,51
C5	8,13	4,41	16,07	G6	10,33	5,36	42,51
C6	9,03	5,10	16,07	33	5,15	10,10	42,67
M 5.3	4,62	5,58	16,44	C1	1,54	1,45	42,68
M 5.1	1,54	3,52	16,89	C2	3,09	2,48	42,68
WP 240208	2,43	4,65	16,91	G1	1,54	1,10	42,68
WP 240408	4,86	6,04	16,91	G2	3,36	1,82	42,68
WP 240608	7,29	6,55	16,91	D5	8,16	6,85	42,75
WP 240808	9,72	6,29	16,91	D6	10,70	8,62	42,75
M 5.4	6,16	5,48	17,79	24	7,73	11,21	42,84
M 5.2	3,08	4,83	18,06	D1	1,55	4,07	43,06
M 5.5	7,72	6,96	18,06	D2	3,11	6,34	43,06
M 2.1	1,54	4,07	21,37	D5A	8,35	8,34	43,33
M 2.2	3,08	4,69	21,37	71	6,16	12,44	43,34
M 3.3	3,08	4,69	21,37	18	7,73	12,30	43,60
WP 210808h	9,72	7,97	21,42	B1	1,56	3,36	43,64
FC	7,07	4,87	22,00	B2	3,07	4,83	43,64
B2	3,09	4,50	23,17	25	7,73	12,10	43,66
M 4.5	10,03	9,10	23,37	WP 15	7,73	10,92	44,30
WP 110208g	2,43	5,08	24,99	WP 16	7,73	10,93	44,30
WP 110808h	9,72	8,39	24,99	E1	1,43	2,90	44,75
WP 110808hg	9,72	8,58	24,99	E2	2,87	4,90	45,64
WP 120208	2,43	5,33	25,08	E5	8,48	8,20	45,85
WP 120408	4,86	6,53	25,08	51	6,16	11,77	46,15
WP 120608	7,29	6,78	25,08	23	5,15	10,17	46,31
WP 120808	9,72	7,31	25,08	3	6,16	14,85	46,36
WP 120706	5,58	6,92	25,08	4	5,15	13,52	46,42
WP 120216	10,12	6,53	25,08	2	5,15	11,15	46,55
B1	1,50	3,10	25,79	6	6,16	10,27	46,55
WP 110208	2,43	5,50	26,10	SF-4-1-C	1,76	4,02	46,92
WP 110408	4,86	6,44	26,10	SF-4-2-C	3,52	6,40	46,92
WP 110608	7,29	7,39	26,10	SF-4-3-C	5,27	8,18	46,92
E4C	3,65	4,64	26,34	WP 230208	2,43	6,72	47,68
E1C	3,74	6,07	26,58	WP 230408	4,87	10,83	47,68
H2	3,14	4,27	26,75	WP 230608	7,29	12,56	47,68
F4C	5,56	5,78	26,82	WP 230808	9,72	14,19	47,68
M 2.3	4,62	5,79	26,89	7	7,73	14,77	48,61
M 2.4	6,16	6,89	26,89	42	7,73	12,48	48,70

Corpo de prova	$\rho_v f_y$ (MPa)	t_u (MPa)	f_c (MPa)	Corpo de prova	$\rho_v f_y$ (MPa)	t_u (MPa)	f_c (MPa)
N2	3,20	5,38	26,89	N-PO-2-4,79	4,79	6,38	50,27
WP 110706	5,58	7,19	26,94	N-PO-2-7,64	7,64	7,52	50,27
B3	4,63	5,79	26,96	N-PO-2-10,20	10,20	7,80	50,27
N5	7,72	8,10	27,13	N-PO-2-12,71	12,71	8,89	50,27
B5	7,66	6,89	27,14	12	12,32	18,45	52,10
H5	7,66	6,83	27,24	10	7,73	13,14	52,17
E3C	3,81	4,92	27,30	11	7,73	12,80	52,17
F2A	3,09	4,27	27,37	N-PO-1-4,79	4,79	5,84	52,22
F3A	4,67	4,84	27,37	N-PO-1-7,64	7,64	8,50	52,22
E6C	3,67	2,54	27,48	N-PO-1-10,20	10,20	10,13	52,22
N3	4,76	6,62	27,55	N-PO-1-12,71	12,71	7,54	52,22
M 3.2	1,54	3,59	27,65	L60-2	4,71	7,60	53,60
E5C	3,78	3,63	27,72	L60-3	7,07	7,60	53,60
F2	3,17	3,65	27,79	L60-4	9,42	9,00	53,60
M 3.1	0,34	1,65	27,85	L60-5	11,78	10,10	53,60
M 3.4	5,10	7,09	27,85	L60-6	14,13	11,66	53,60
M 3.5	7,17	7,94	27,85	9	7,73	14,04	55,46
F4	6,18	6,00	27,86	L80-3	7,07	11,74	57,00
F6	9,68	6,77	27,92	LWC1-3	1,94	2,85	57,20
F3	4,76	5,06	28,03	LWC1-6	4,47	5,01	57,20
M 4.1	2,02	4,85	28,06	LWC1-1	1,94	1,98	58,10
M 4.2	4,02	6,76	28,06	LWC1-4	4,47	5,25	58,10
H6	9,07	7,18	28,13	LWC1-2	1,94	2,52	58,70
B4	5,96	6,48	28,27	LWC1-5	4,53	4,69	58,70
H3	4,72	5,97	28,27	29	5,15	10,60	59,04
F5	7,86	6,34	28,37	26	7,73	13,50	60,09
N6	7,72	8,20	28,41	LWC2-3	1,93	2,06	60,20
H1	1,51	2,76	28,58	LWC2-6	4,50	4,69	60,20
F1	1,61	3,10	28,61	LWC2-2	1,93	2,31	60,40
N4	6,18	7,93	28,61	LWC2-5	4,50	4,77	60,40
F6C	5,60	5,54	28,61	41	7,73	14,27	60,93
N1	1,54	3,17	28,82	17	5,15	12,09	63,05
M 2.5	7,72	8,96	28,82	19	5,15	10,76	63,05
M 2.6	9,24	9,55	28,82	22	7,73	15,67	63,60
E2C	3,76	6,41	29,10	23	7,73	15,04	63,60
F1C	5,43	6,81	29,10	40	7,73	15,99	63,83
B6	9,43	7,96	29,30	LWC2-1	1,93	3,37	63,90
M 4.3	6,03	8,14	29,92	LWC2-4	4,47	5,10	63,90
M 4.4	8,03	9,65	29,92	62	6,16	12,66	64,04
LWAFc	7,07	5,14	30,00	13	5,15	11,71	65,07
H4	6,29	6,48	30,48	14	5,15	12,25	65,11
WP 110208t	2,43	5,08	30,52	24	12,32	22,04	67,69

Corpo de prova	$\rho_v f_y$ (MPa)	t_u (MPa)	f_c (MPa)	Corpo de prova	$\rho_v f_y$ (MPa)	t_u (MPa)	f_c (MPa)
L-PO-1-4,79	4,79	4,20	30,88	16	6,16	12,23	68,13
L-PO-1-7,64	7,64	4,27	30,88	20	7,73	16,35	68,13
L-PO-1-10,20	10,20	5,56	30,88	21	7,73	16,08	68,13
L-PO-1-12,71	12,71	5,70	30,88	15	6,16	16,44	68,27
WP 210204	1,06	3,22	31,11	2T10	4,71	7,50	69,00
WP 210608	7,29	9,72	31,11	3T10	7,07	11,50	69,00
WP 210216	10,12	9,25	31,11	4T10	9,42	14,03	69,00
WP 210316	15,17	10,11	31,11	LWC3-1	2,61	4,61	71,10
WP 250208	2,43	6,83	32,47	LWC3-4	4,36	6,00	71,10
WP 250408	4,86	8,69	32,47	4R8	2,67	6,73	73,20
WP 250608	7,29	9,65	32,47	LWC3-2	2,61	3,78	75,20
WP 250808	9,72	9,94	32,47	LWC3-5	4,41	6,00	75,20
L20-3	7,07	5,97	33,00	LWC3-3	2,61	4,03	76,00
L30-2	4,71	7,67	37,20	LWC3-6	4,39	6,16	76,00
L30-3	7,07	7,22	37,20	SF-7-1-C	2,10	4,79	80,91
L30-4	9,42	7,88	37,20	SF-10-1-C-a	2,10	2,96	83,11
L30-5	11,78	9,10	37,20	2R8	1,34	5,17	84,90
L30-6	14,13	9,21	37,20	4R8	2,67	7,32	84,90
WP 48	9,24	10,20	38,30	5R8	3,36	8,21	84,90
D5	7,94	7,46	38,61	6R8	4,02	9,17	84,90
D6	9,43	8,41	38,61	SF-7-2-C	4,20	5,94	85,57
D3	4,76	5,32	39,37	SF-7-4-C	8,39	7,21	85,99
D4	6,34	7,05	39,37	2T10	4,71	7,78	87,00
A3	5,05	7,93	40,13	3T10	7,07	12,36	87,00
2T10	4,71	8,18	40,20	4T10	9,42	14,17	87,00
4T10	9,42	10,17	40,20	SF-7-3-C	6,30	8,22	90,35
6T10	14,13	12,92	40,20	4R8	2,67	7,97	95,20
E4	5,74	7,17	40,40	SF-10-3-C-b	6,30	7,28	96,01
A4	6,73	9,79	40,54	SF-10-1-C-b	2,10	3,45	98,78
A6	10,59	12,13	40,68	10	3,33	6,30	99,36
D3	5,10	6,96	40,75	11	6,67	11,20	99,36
D4	6,79	6,91	40,75	12	10,00	15,00	99,36
A6A	10,59	12,82	41,16	13	13,27	18,10	99,36
A7	13,29	13,38	41,16	14	7,49	11,00	99,36
C3	4,60	2,95	41,23	15	14,93	17,60	99,36
C4	6,26	4,14	41,23	SF-10-2-C-a	4,20	5,83	101,19
G3	5,05	2,65	41,23	SF-10-2-C-b	4,20	5,53	102,07
G4	6,51	3,45	41,23	SF-14-3-C	6,30	6,38	106,13
D1	1,57	2,55	41,34	2R8	1,34	6,01	106,40
D2	3,17	4,61	41,34	4R8	2,67	8,43	106,40
A1	1,57	5,24	41,51	5R8	3,36	9,24	106,40
A2	3,13	5,52	41,51	6R8	4,02	9,96	106,40

Corpo de prova	$\rho_v f_y$ (MPa)	t_u (MPa)	f_c (MPa)	Corpo de prova	$\rho_v f_y$ (MPa)	t_u (MPa)	f_c (MPa)
B5	8,70	10,82	41,64	SF-10-4-C-a	8,39	8,52	106,65
B6	10,87	11,72	41,64	SF-14-2-C	4,20	4,62	106,84
B3	4,66	7,27	41,75	SF-14-4-C	8,39	8,42	110,20
B4	6,53	8,80	41,75	SF-14-1-C	2,10	2,86	110,42
D4A	6,55	6,85	41,95	SF-10-3-C-a	6,30	7,43	111,49
A5	7,78	10,34	42,23	SF-10-4-C-b	8,39	8,76	113,60
E6	10,00	8,62	42,23				

APÊNDICE A

Conjunto de intervalos A, polo 1, ajuste 1:

Espécime	f_c (MPa)	τ_c , test (MPa)	ρ^*f_{yi} (MPa)	M	c (MPa)	τ_n (MPa)	τ_c , calc (MPa)	$\frac{\tau_c, test}{\tau_c, calc}$
KR-1	26,1	4,27	1,19	0,67	3,15	0,00	3,94	1,08
KR-2	42,5	7,52	1,23	1,04	4,21	0,00	5,49	1,37
KR-3	26,3	3,88	1,00	0,67	3,16	0,00	3,83	1,01
KR-4	24,3	5,36	2,79	0,63	3,03	0,00	4,78	1,12
KR-5	26,5	5,85	2,24	0,68	3,17	0,00	4,69	1,25
KR-6	27,4	4,92	2,01	0,70	3,23	0,00	4,63	1,06
KR-7	22,5	7,52	5,54	0,59	2,91	0,00	6,17	1,22
KR-8	28,8	7,52	4,71	0,73	3,32	0,00	6,76	1,11
KR-9	44,8	11,38	4,62	1,09	4,36	0,00	9,41	1,21
KR-10	33,0	6,19	4,02	0,83	3,59	0,00	6,91	0,90
KR-11	26,9	6,58	4,08	0,69	3,20	0,00	6,00	1,10
KR-13	31,6	4,10	0,88	0,79	3,50	0,00	4,20	0,98
KR-14	31,3	2,99	0,74	0,79	3,48	0,00	4,06	0,74
KR-19	26,1	3,94	1,13	0,67	3,15	0,00	3,90	1,01
KR-20	24,5	3,67	2,51	0,63	3,04	0,00	4,63	0,79
KR-21	27	3,39	0,95	0,69	3,20	0,00	3,86	0,88
KR-22	25,8	3,74	2,11	0,66	3,13	0,00	4,52	0,83
KR-23	27,2	3,15	0,99	0,69	3,22	0,00	3,91	0,81
KR-27	29,8	4,93	2,45	0,75	3,39	0,00	5,23	0,94
KR-28	31,9	4,47	2,02	0,80	3,52	0,00	5,14	0,87
KR-29	25,7	4,41	2,03	0,66	3,12	0,00	4,46	0,99
KR-30	29,4	5,82	3,11	0,74	3,36	0,00	5,67	1,03
KR-31	27,9	5,39	2,63	0,71	3,26	0,00	5,13	1,05
KR-32	30,3	5,03	2,57	0,76	3,42	0,00	5,39	0,93
KR-36	27,3	5,54	4,04	0,70	3,22	0,00	6,04	0,92
KR-37	26	5,58	4,64	0,67	3,14	0,00	6,23	0,90
KR-75	28,3	4,43	2,97	0,72	3,29	0,00	5,43	0,82
KR-76	28,2	5,17	3,06	0,72	3,28	0,00	5,47	0,94
KR-77	15,2	3,27	1,50	0,42	2,44	0,00	3,07	1,07
KR-78	15,2	3,77	2,84	0,42	2,44	0,00	3,63	1,04
KR-80	16,8	3,55	1,47	0,46	2,54	0,00	3,21	1,11
KR-81	17,7	4,64	2,89	0,48	2,60	0,00	3,98	1,16
KR-82	14,5	4,55	3,83	0,41	2,39	0,00	3,95	1,15
KR-86	28,8	6,06	1,53	0,73	3,32	0,00	4,44	1,37
KR-87	26,8	5,55	2,84	0,68	3,19	0,00	5,13	1,08
KR-88	26,3	5,35	4,06	0,67	3,16	0,00	5,89	0,91
KR-89	27,6	4,70	1,51	0,70	3,24	0,00	4,31	1,09
KR-90	29,2	6,67	3,01	0,74	3,35	0,00	5,57	1,20

Espécime	fc (MPa)	τ_c , test (MPa)	$\rho^* f_{yi}$ (MPa)	M	c (MPa)	τ_n (MPa)	τ_c , calc (MPa)	$\frac{\tau_c, test}{\tau_c, calc}$
KR-91	28,0	6,64	3,96	0,71	3,27	0,00	6,09	1,09
KR-95	43,5	6,77	1,50	1,06	4,28	0,00	5,87	1,15
KR-96	44,3	8,98	2,97	1,08	4,33	0,00	7,54	1,19
KR-97	44,3	7,67	3,78	1,08	4,33	0,00	8,42	0,91
KR-98	45,6	5,43	1,50	1,11	4,41	0,00	6,08	0,89
KR-99	45,3	7,93	3,01	1,10	4,40	0,00	7,71	1,03
KR-100	44,3	9,26	4,02	1,08	4,33	0,00	8,68	1,07
KR-104	29,0	3,00	1,51	0,73	3,33	1,50	3,35	0,90
KR-105	26,6	2,65	1,20	0,68	3,18	1,33	3,09	0,86
KR-106	27,9	2,47	1,04	0,71	3,26	1,23	3,13	0,79
KR-107	28,1	4,29	3,11	0,71	3,28	2,14	3,96	1,08
KR-108	26,6	3,56	2,46	0,68	3,18	1,78	3,64	0,98
KR-109	29,2	3,58	2,06	0,74	3,35	1,79	3,54	1,01
KR-110	29,3	6,43	6,08	0,74	3,35	3,22	5,48	1,17
KR-111	26,9	5,47	5,00	0,69	3,20	2,73	4,76	1,15
KR-112	29,7	5,01	4,17	0,75	3,38	2,51	4,63	1,08
KR-114	29,8	2,30	1,20	0,75	3,39	1,15	3,42	0,67
KR-115	34,1	2,34	1,01	0,85	3,67	1,17	3,53	0,66
KR-117	26,8	3,11	2,31	0,68	3,19	1,56	3,70	0,84
KR-118	29,2	3,14	2,06	0,74	3,35	1,57	3,71	0,85
KR-120	28,5	4,94	4,90	0,72	3,30	2,47	5,06	0,98
KR-121	27,4	4,11	4,12	0,70	3,23	2,06	4,67	0,88
KR-135	44,3	5,34	3,99	1,08	4,33	4,01	4,32	1,24
KR-136	26,7	1,74	1,56	0,68	3,18	1,74	3,06	0,57
KR-137	31,8	1,55	1,16	0,80	3,52	1,55	3,21	0,48
KR-138	26,7	1,47	1,03	0,68	3,18	1,47	2,88	0,51
KR-139	30,5	3,47	2,84	0,77	3,43	3,47	2,95	1,18
KR-140	26,8	2,57	2,28	0,68	3,19	2,57	2,99	0,86
KR-141	27,6	2,33	1,93	0,70	3,24	2,33	2,97	0,78
KR-142	29,4	4,55	5,67	0,74	3,36	4,55	4,19	1,09
KR-143	28,3	3,96	4,84	0,72	3,29	3,96	3,92	1,01
KR-144	29,3	3,67	4,17	0,74	3,35	3,67	3,72	0,99
KR-146	29,6	1,14	1,18	0,75	3,37	1,14	3,40	0,34
KR-147	27,9	1,69	0,99	0,71	3,26	1,69	2,77	0,61
KR-149	29,8	2,41	2,25	0,75	3,39	2,41	3,26	0,74
KR-150	27,9	2,15	1,86	0,71	3,26	2,15	3,06	0,70
KR-152	28,5	3,54	4,97	0,72	3,30	3,54	4,34	0,82
KR-153	27,3	2,79	3,87	0,70	3,22	2,79	3,97	0,70
KR-169	45,8	6,77	7,99	1,11	4,43	8,46	3,90	1,74
KR-10S	28,6	8,38	5,15	0,73	3,31	0,00	7,05	1,19
KR-16S	28,3	4,06	5,13	0,72	3,29	4,06	4,06	1,00
HC-H1	39,8	7,02	2,58	0,98	4,04	0,00	6,56	1,07

Espécime	fc (MPa)	τ_c , test (MPa)	$\rho^* f_{yi}$ (MPa)	M	c (MPa)	τ_n (MPa)	τ_c , calc (MPa)	$\frac{\tau_c, test}{\tau_c, calc}$
HC-H2	35,8	6,08	2,58	0,89	3,78	0,00	6,07	1,00
HC-H3	37,8	6,67	3,07	0,93	3,91	0,00	6,78	0,98
HC-H4	38,7	6,78	3,07	0,95	3,97	0,00	6,90	0,98
HC-H7	36,1	10,61	7,02	0,90	3,80	0,00	10,08	1,05
HC-H8	30,4	10,79	7,02	0,77	3,43	0,00	8,80	1,23
HC-H9	37,6	10,41	6,08	0,93	3,89	0,00	9,54	1,09
HC-H10	33,9	10,14	7,02	0,85	3,65	0,00	9,58	1,06
HC-H13	36,7	9,49	6,83	0,91	3,84	0,00	10,04	0,95
HC-H14	40	8,16	2,93	0,98	4,05	0,00	6,93	1,18
HC-H19	46,5	5,82	1,58	1,13	4,47	0,00	6,26	0,93
HC-H20	44,7	10,56	4,91	1,09	4,36	0,00	9,71	1,09
HC-H21	30,4	8,02	5,03	0,77	3,43	0,00	7,28	1,10
HC-H22	47,3	10,23	5,03	1,15	4,53	0,00	10,31	0,99
HC-H23	41,4	8,69	5,03	1,01	4,14	0,00	9,25	0,94
HC-H25	38,5	8,36	7,29	0,95	3,95	2,37	8,63	0,97
HC-H26	39,1	8,13	9,53	0,96	3,99	4,59	8,75	0,93
HC-H27	37,3	8,76	6,79	0,92	3,87	0,00	10,14	0,86
HC-H28	40,3	5,46	1,52	0,99	4,07	0,00	5,57	0,98
HC-H29	17,6	5,40	1,52	0,48	2,59	0,00	3,32	1,63
HC-HT1	45	7,49	3,17	1,10	4,38	0,00	7,85	0,95
HC-HS1	36	8,11	5,03	0,89	3,79	0,00	8,28	0,98
HC-HS2	32	8,74	5,71	0,80	3,53	0,00	8,11	1,08
HC-HS3	46,5	7,30	2,70	1,13	4,47	0,00	7,52	0,97
MA-E1	28,1	8,54	9,71	0,71	3,28	5,04	6,61	1,29
MA-H1	27	10,43	11,64	0,69	3,20	5,53	7,42	1,41
CH-TA2	28,3	9,51	4,06	0,72	3,29	0,00	6,21	1,53
CH-TA4	34,9	10,91	4,06	0,87	3,72	0,00	7,24	1,51
GO-WIII-4	25,0	9,29	5,83	0,64	3,07	0,00	6,83	1,36
ROB-2	30,0	7,59	2,75	0,76	3,40	0,00	5,48	1,38
ROB-3	30,0	7,90	2,72	0,76	3,40	0,00	5,46	1,45
ROB-4	30,0	7,59	2,59	0,76	3,40	0,00	5,36	1,42
ROB-10	30,0	6,70	2,15	0,76	3,40	0,00	5,03	1,33
ROB-11	30,0	6,70	2,15	0,76	3,40	0,00	5,03	1,33
ROB-12	30,0	6,65	2,21	0,76	3,40	0,00	5,07	1,31
ROB-13	30,0	6,70	2,18	0,76	3,40	0,00	5,05	1,33
NA-C3	34,7	7,89	4,04	0,86	3,71	0,00	7,19	1,10
NA-C3A	30,0	7,55	3,47	0,76	3,40	0,00	6,03	1,25
AZ-C10	28,5	5,67	5,49	0,72	3,30	0,00	7,27	0,78

Média = 1,03005

Desvio Padrão = 0,22934

Conjunto de intervalos A, polo 1, ajuste 2:

Espécime	f_c (MPa)	τ_c , test (MPa)	ρ^*f_{yi} (MPa)	μ	c (MPa)	τ_n (MPa)	τ_c , calc (MPa)	$\frac{\tau_c, test}{\tau_c, calc}$
KR-1	26,1	4,27	1,19	0,70	3,22	0,00	4,05	1,05
KR-2	42,5	7,52	1,23	1,05	4,25	0,00	5,55	1,35
KR-3	26,3	3,88	1,00	0,70	3,24	0,00	3,94	0,99
KR-4	24,3	5,36	2,79	0,66	3,11	0,00	4,95	1,08
KR-5	26,5	5,85	2,24	0,71	3,25	0,00	4,83	1,21
KR-6	27,4	4,92	2,01	0,73	3,31	0,00	4,77	1,03
KR-7	22,5	7,52	5,54	0,62	3,00	0,00	6,44	1,17
KR-8	28,8	7,52	4,71	0,76	3,39	0,00	6,96	1,08
KR-9	44,8	11,38	4,62	1,10	4,39	0,00	9,49	1,20
KR-10	33,0	6,19	4,02	0,85	3,66	0,00	7,06	0,88
KR-11	26,9	6,58	4,08	0,72	3,27	0,00	6,20	1,06
KR-13	31,6	4,10	0,88	0,82	3,57	0,00	4,29	0,96
KR-14	31,3	2,99	0,74	0,81	3,55	0,00	4,15	0,72
KR-19	26,1	3,94	1,13	0,70	3,22	0,00	4,02	0,98
KR-20	24,5	3,67	2,51	0,67	3,12	0,00	4,79	0,77
KR-21	27	3,39	0,95	0,72	3,28	0,00	3,97	0,85
KR-22	25,8	3,74	2,11	0,69	3,20	0,00	4,67	0,80
KR-23	27,2	3,15	0,99	0,72	3,29	0,00	4,01	0,79
KR-27	29,8	4,93	2,45	0,78	3,46	0,00	5,36	0,92
KR-28	31,9	4,47	2,02	0,82	3,59	0,00	5,25	0,85
KR-29	25,7	4,41	2,03	0,69	3,20	0,00	4,60	0,96
KR-30	29,4	5,82	3,11	0,77	3,43	0,00	5,83	1,00
KR-31	27,9	5,39	2,63	0,74	3,34	0,00	5,28	1,02
KR-32	30,3	5,03	2,57	0,79	3,49	0,00	5,52	0,91
KR-36	27,3	5,54	4,04	0,73	3,30	0,00	6,23	0,89
KR-37	26	5,58	4,64	0,70	3,22	0,00	6,45	0,86
KR-75	28,3	4,43	2,97	0,75	3,36	0,00	5,58	0,79
KR-76	28,2	5,17	3,06	0,74	3,36	0,00	5,63	0,92
KR-77	15,2	3,27	1,50	0,46	2,54	0,00	3,24	1,01
KR-78	15,2	3,77	2,84	0,46	2,54	0,00	3,86	0,98
KR-80	16,8	3,55	1,47	0,50	2,64	0,00	3,37	1,05
KR-81	17,7	4,64	2,89	0,52	2,70	0,00	4,19	1,11
KR-82	14,5	4,55	3,83	0,45	2,50	0,00	4,22	1,08
KR-86	28,8	6,06	1,53	0,76	3,39	0,00	4,55	1,33
KR-87	26,8	5,55	2,84	0,71	3,27	0,00	5,29	1,05
KR-88	26,3	5,35	4,06	0,70	3,24	0,00	6,09	0,88
KR-89	27,6	4,70	1,51	0,73	3,32	0,00	4,43	1,06
KR-90	29,2	6,67	3,01	0,77	3,42	0,00	5,72	1,17
KR-91	28,0	6,64	3,96	0,74	3,34	0,00	6,28	1,06
KR-95	43,5	6,77	1,50	1,08	4,31	0,00	5,92	1,14

Espécime	f_c (MPa)	τ_c , test (MPa)	$\rho^* f_{yi}$ (MPa)	μ	c (MPa)	τ_n (MPa)	τ_c , calc (MPa)	$\frac{\tau_c, test}{\tau_c, calc}$
KR-96	44,3	8,98	2,97	1,09	4,36	0,00	7,61	1,18
KR-97	44,3	7,67	3,78	1,09	4,36	0,00	8,50	0,90
KR-98	45,6	5,43	1,50	1,12	4,44	0,00	6,13	0,89
KR-99	45,3	7,93	3,01	1,11	4,43	0,00	7,78	1,02
KR-100	44,3	9,26	4,02	1,09	4,36	0,00	8,76	1,06
KR-104	29,0	3,00	1,51	0,76	3,41	1,50	3,42	0,88
KR-105	26,6	2,65	1,20	0,71	3,25	1,33	3,16	0,84
KR-106	27,9	2,47	1,04	0,74	3,34	1,23	3,19	0,77
KR-107	28,1	4,29	3,11	0,74	3,35	2,14	4,06	1,06
KR-108	26,6	3,56	2,46	0,71	3,25	1,78	3,74	0,95
KR-109	29,2	3,58	2,06	0,77	3,42	1,79	3,62	0,99
KR-110	29,3	6,43	6,08	0,77	3,42	3,22	5,63	1,14
KR-111	26,9	5,47	5,00	0,72	3,27	2,73	4,90	1,12
KR-112	29,7	5,01	4,17	0,78	3,45	2,51	4,74	1,06
KR-114	29,8	2,30	1,20	0,78	3,46	1,15	3,49	0,66
KR-115	34,1	2,34	1,01	0,87	3,72	1,17	3,58	0,65
KR-117	26,8	3,11	2,31	0,71	3,27	1,56	3,80	0,82
KR-118	29,2	3,14	2,06	0,77	3,42	1,57	3,80	0,83
KR-120	28,5	4,94	4,90	0,75	3,37	2,47	5,20	0,95
KR-121	27,4	4,11	4,12	0,73	3,31	2,06	4,81	0,86
KR-135	44,3	5,34	3,99	1,09	4,36	4,01	4,35	1,23
KR-136	26,7	1,74	1,56	0,71	3,26	1,74	3,13	0,55
KR-137	31,8	1,55	1,16	0,82	3,58	1,55	3,26	0,47
KR-138	26,7	1,47	1,03	0,71	3,26	1,47	2,94	0,50
KR-139	30,5	3,47	2,84	0,79	3,50	3,47	3,00	1,16
KR-140	26,8	2,57	2,28	0,71	3,27	2,57	3,06	0,84
KR-141	27,6	2,33	1,93	0,73	3,32	2,33	3,03	0,77
KR-142	29,4	4,55	5,67	0,77	3,43	4,55	4,29	1,06
KR-143	28,3	3,96	4,84	0,75	3,36	3,96	4,02	0,99
KR-144	29,3	3,67	4,17	0,77	3,42	3,67	3,81	0,96
KR-146	29,6	1,14	1,18	0,78	3,44	1,14	3,47	0,33
KR-147	27,9	1,69	0,99	0,74	3,34	1,69	2,82	0,60
KR-149	29,8	2,41	2,25	0,78	3,46	2,41	3,33	0,72
KR-150	27,9	2,15	1,86	0,74	3,34	2,15	3,12	0,69
KR-152	28,5	3,54	4,97	0,75	3,37	3,54	4,45	0,79
KR-153	27,3	2,79	3,87	0,73	3,30	2,79	4,08	0,68
KR-169	45,8	6,77	7,99	1,13	4,46	8,46	3,92	1,73
KR-10S	28,6	8,38	5,15	0,75	3,38	0,00	7,26	1,15
KR-16S	28,3	4,06	5,13	0,75	3,36	4,06	4,16	0,98
HC-H1	39,8	7,02	2,58	1,00	4,08	0,00	6,65	1,06
HC-H2	35,8	6,08	2,58	0,91	3,83	0,00	6,18	0,98
HC-H3	37,8	6,67	3,07	0,95	3,96	0,00	6,88	0,97

Espécime	f_c (MPa)	τ_c , test (MPa)	$\rho^* f_{yi}$ (MPa)	μ	c (MPa)	τ_n (MPa)	τ_c , calc (MPa)	$\frac{\tau_c, test}{\tau_c, calc}$
HC-H4	38,7	6,78	3,07	0,97	4,01	0,00	7,00	0,97
HC-H7	36,1	10,61	7,02	0,92	3,85	0,00	10,27	1,03
HC-H8	30,4	10,79	7,02	0,79	3,49	0,00	9,05	1,19
HC-H9	37,6	10,41	6,08	0,95	3,94	0,00	9,71	1,07
HC-H10	33,9	10,14	7,02	0,87	3,71	0,00	9,80	1,03
HC-H13	36,7	9,49	6,83	0,93	3,89	0,00	10,23	0,93
HC-H14	40	8,16	2,93	1,00	4,09	0,00	7,02	1,16
HC-H19	46,5	5,82	1,58	1,14	4,50	0,00	6,30	0,92
HC-H20	44,7	10,56	4,91	1,10	4,39	0,00	9,80	1,08
HC-H21	30,4	8,02	5,03	0,79	3,49	0,00	7,48	1,07
HC-H22	47,3	10,23	5,03	1,16	4,55	0,00	10,38	0,99
HC-H23	41,4	8,69	5,03	1,03	4,18	0,00	9,37	0,93
HC-H25	38,5	8,36	7,29	0,97	4,00	2,37	8,76	0,95
HC-H26	39,1	8,13	9,53	0,98	4,04	4,59	8,88	0,91
HC-H27	37,3	8,76	6,79	0,94	3,92	0,00	10,32	0,85
HC-H28	40,3	5,46	1,52	1,01	4,11	0,00	5,64	0,97
HC-H29	17,6	5,40	1,52	0,52	2,69	0,00	3,47	1,56
HC-HT1	45	7,49	3,17	1,11	4,41	0,00	7,92	0,95
HC-HS1	36	8,11	5,03	0,91	3,84	0,00	8,44	0,96
HC-HS2	32	8,74	5,71	0,83	3,59	0,00	8,32	1,05
HC-HS3	46,5	7,30	2,70	1,14	4,50	0,00	7,58	0,96
MA-E1	28,1	8,54	9,71	0,74	3,35	5,04	6,82	1,25
MA-H1	27	10,43	11,64	0,72	3,28	5,53	7,68	1,36
CH-TA2	28,3	9,51	4,06	0,75	3,36	0,00	6,40	1,49
CH-TA4	34,9	10,91	4,06	0,89	3,77	0,00	7,39	1,48
GO-WIII-4	25,0	9,29	5,83	0,68	3,15	0,00	7,09	1,31
ROB-2	30,0	7,59	2,75	0,78	3,47	0,00	5,62	1,35
ROB-3	30,0	7,90	2,72	0,78	3,47	0,00	5,60	1,41
ROB-4	30,0	7,59	2,59	0,78	3,47	0,00	5,50	1,38
ROB-10	30,0	6,70	2,15	0,78	3,47	0,00	5,16	1,30
ROB-11	30,0	6,70	2,15	0,78	3,47	0,00	5,16	1,30
ROB-12	30,0	6,65	2,21	0,78	3,47	0,00	5,20	1,28
ROB-13	30,0	6,70	2,18	0,78	3,47	0,00	5,17	1,29
NA-C3	34,7	7,89	4,04	0,89	3,76	0,00	7,34	1,08
NA-C3A	30,0	7,55	3,47	0,78	3,47	0,00	6,19	1,22
AZ-C10	28,5	5,67	5,49	0,75	3,37	0,00	7,49	0,76

Média = 1,00526

Desvio Padrão = 0,22288

Conjunto de intervalos A, polo 2:

Espécime	f_c (MPa)	τ_c , test (MPa)	ρ^*f_{yi} (MPa)	μ	c (MPa)	τ_n (MPa)	τ_c , calc (MPa)	$\frac{\tau_c, test}{\tau_c, calc}$
KR-1	26,1	4,27	1,19	0,76	2,81	0,00	3,71	1,15
KR-2	42,5	7,52	1,23	1,06	4,09	0,00	5,40	1,39
KR-3	26,3	3,88	1,00	0,77	2,82	0,00	3,59	1,08
KR-4	24,3	5,36	2,79	0,73	2,67	0,00	4,71	1,14
KR-5	26,5	5,85	2,24	0,77	2,84	0,00	4,56	1,28
KR-6	27,4	4,92	2,01	0,79	2,91	0,00	4,49	1,09
KR-7	22,5	7,52	5,54	0,70	2,52	0,00	6,40	1,17
KR-8	28,8	7,52	4,71	0,81	3,02	0,00	6,84	1,10
KR-9	44,8	11,38	4,62	1,10	4,28	0,00	9,36	1,22
KR-10	33,0	6,19	4,02	0,89	3,35	0,00	6,92	0,90
KR-11	26,9	6,58	4,08	0,78	2,87	0,00	6,04	1,09
KR-13	31,6	4,10	0,88	0,86	3,24	0,00	4,00	1,02
KR-14	31,3	2,99	0,74	0,86	3,22	0,00	3,85	0,78
KR-19	26,1	3,94	1,13	0,76	2,81	0,00	3,67	1,07
KR-20	24,5	3,67	2,51	0,73	2,68	0,00	4,53	0,81
KR-21	27	3,39	0,95	0,78	2,88	0,00	3,62	0,93
KR-22	25,8	3,74	2,11	0,76	2,78	0,00	4,39	0,85
KR-23	27,2	3,15	0,99	0,78	2,89	0,00	3,67	0,86
KR-27	29,8	4,93	2,45	0,83	3,10	0,00	5,13	0,96
KR-28	31,9	4,47	2,02	0,87	3,26	0,00	5,02	0,89
KR-29	25,7	4,41	2,03	0,76	2,78	0,00	4,31	1,02
KR-30	29,4	5,82	3,11	0,82	3,07	0,00	5,63	1,03
KR-31	27,9	5,39	2,63	0,80	2,95	0,00	5,04	1,07
KR-32	30,3	5,03	2,57	0,84	3,14	0,00	5,30	0,95
KR-36	27,3	5,54	4,04	0,79	2,90	0,00	6,08	0,91
KR-37	26	5,58	4,64	0,76	2,80	0,00	6,33	0,88
KR-75	28,3	4,43	2,97	0,80	2,98	0,00	5,37	0,82
KR-76	28,2	5,17	3,06	0,80	2,97	0,00	5,42	0,95
KR-77	15,2	3,27	1,50	0,57	1,95	0,00	2,80	1,17
KR-78	15,2	3,77	2,84	0,57	1,95	0,00	3,56	1,06
KR-80	16,8	3,55	1,47	0,60	2,08	0,00	2,95	1,20
KR-81	17,7	4,64	2,89	0,61	2,15	0,00	3,92	1,18
KR-82	14,5	4,55	3,83	0,55	1,90	0,00	4,02	1,13
KR-86	28,8	6,06	1,53	0,81	3,02	0,00	4,26	1,42
KR-87	26,8	5,55	2,84	0,78	2,86	0,00	5,06	1,10
KR-88	26,3	5,35	4,06	0,77	2,82	0,00	5,94	0,90
KR-89	27,6	4,70	1,51	0,79	2,93	0,00	4,12	1,14
KR-90	29,2	6,67	3,01	0,82	3,05	0,00	5,52	1,21
KR-91	28,0	6,64	3,96	0,80	2,96	0,00	6,12	1,09
KR-95	43,5	6,77	1,50	1,08	4,17	0,00	5,79	1,17

Espécime	f_c (MPa)	τ_c , test (MPa)	ρ^*f_{yi} (MPa)	μ	c (MPa)	τ_n (MPa)	τ_c , calc (MPa)	$\frac{\tau_c, test}{\tau_c, calc}$
KR-96	44,3	8,98	2,97	1,09	4,24	0,00	7,48	1,20
KR-97	44,3	7,67	3,78	1,09	4,24	0,00	8,36	0,92
KR-98	45,6	5,43	1,50	1,11	4,34	0,00	6,01	0,90
KR-99	45,3	7,93	3,01	1,11	4,31	0,00	7,65	1,04
KR-100	44,3	9,26	4,02	1,09	4,24	0,00	8,63	1,07
KR-104	29,0	3,00	1,51	0,82	3,04	1,50	3,05	0,98
KR-105	26,6	2,65	1,20	0,77	2,85	1,33	2,75	0,96
KR-106	27,9	2,47	1,04	0,80	2,95	1,23	2,80	0,88
KR-107	28,1	4,29	3,11	0,80	2,96	2,14	3,73	1,15
KR-108	26,6	3,56	2,46	0,77	2,85	1,78	3,38	1,05
KR-109	29,2	3,58	2,06	0,82	3,05	1,79	3,27	1,10
KR-110	29,3	6,43	6,08	0,82	3,06	3,22	5,41	1,19
KR-111	26,9	5,47	5,00	0,78	2,87	2,73	4,64	1,18
KR-112	29,7	5,01	4,17	0,83	3,09	2,51	4,47	1,12
KR-114	29,8	2,30	1,20	0,83	3,10	1,15	3,14	0,73
KR-115	34,1	2,34	1,01	0,91	3,44	1,17	3,29	0,71
KR-117	26,8	3,11	2,31	0,78	2,86	1,56	3,44	0,90
KR-118	29,2	3,14	2,06	0,82	3,05	1,57	3,46	0,91
KR-120	28,5	4,94	4,90	0,81	3,00	2,47	4,96	1,00
KR-121	27,4	4,11	4,12	0,79	2,91	2,06	4,53	0,91
KR-135	44,3	5,34	3,99	1,09	4,24	4,01	4,22	1,27
KR-136	26,7	1,74	1,56	0,77	2,85	1,74	2,71	0,64
KR-137	31,8	1,55	1,16	0,87	3,26	1,55	2,92	0,53
KR-138	26,7	1,47	1,03	0,77	2,85	1,47	2,51	0,59
KR-139	30,5	3,47	2,84	0,84	3,15	3,47	2,62	1,32
KR-140	26,8	2,57	2,28	0,78	2,86	2,57	2,64	0,98
KR-141	27,6	2,33	1,93	0,79	2,93	2,33	2,61	0,89
KR-142	29,4	4,55	5,67	0,82	3,07	4,55	3,99	1,14
KR-143	28,3	3,96	4,84	0,80	2,98	3,96	3,68	1,08
KR-144	29,3	3,67	4,17	0,82	3,06	3,67	3,47	1,06
KR-146	29,6	1,14	1,18	0,83	3,08	1,14	3,11	0,37
KR-147	27,9	1,69	0,99	0,80	2,95	1,69	2,39	0,71
KR-149	29,8	2,41	2,25	0,83	3,10	2,41	2,96	0,81
KR-150	27,9	2,15	1,86	0,80	2,95	2,15	2,72	0,79
KR-152	28,5	3,54	4,97	0,81	3,00	3,54	4,15	0,85
KR-153	27,3	2,79	3,87	0,79	2,90	2,79	3,75	0,75
KR-169	45,8	6,77	7,99	1,12	4,35	8,46	3,82	1,77
KR-10S	28,6	8,38	5,15	0,81	3,00	0,00	7,17	1,17
KR-16S	28,3	4,06	5,13	0,80	2,98	4,06	3,84	1,06
HC-H1	39,8	7,02	2,58	1,01	3,88	0,00	6,49	1,08
HC-H2	35,8	6,08	2,58	0,94	3,57	0,00	5,99	1,02
HC-H3	37,8	6,67	3,07	0,97	3,73	0,00	6,72	0,99

Espécime	f_c (MPa)	τ_c , test (MPa)	ρ^*f_{yi} (MPa)	μ	c (MPa)	τ_n (MPa)	τ_c , calc (MPa)	$\frac{\tau_c, test}{\tau_c, calc}$
HC-H4	38,7	6,78	3,07	0,99	3,80	0,00	6,84	0,99
HC-H7	36,1	10,61	7,02	0,94	3,59	0,00	10,21	1,04
HC-H8	30,4	10,79	7,02	0,84	3,15	0,00	9,05	1,19
HC-H9	37,6	10,41	6,08	0,97	3,71	0,00	9,61	1,08
HC-H10	33,9	10,14	7,02	0,90	3,42	0,00	9,76	1,04
HC-H13	36,7	9,49	6,83	0,95	3,64	0,00	10,16	0,93
HC-H14	40	8,16	2,93	1,01	3,90	0,00	6,87	1,19
HC-H19	46,5	5,82	1,58	1,13	4,41	0,00	6,19	0,94
HC-H20	44,7	10,56	4,91	1,10	4,27	0,00	9,67	1,09
HC-H21	30,4	8,02	5,03	0,84	3,15	0,00	7,38	1,09
HC-H22	47,3	10,23	5,03	1,15	4,47	0,00	10,24	1,00
HC-H23	41,4	8,69	5,03	1,04	4,01	0,00	9,24	0,94
HC-H25	38,5	8,36	7,29	0,99	3,78	2,37	8,64	0,97
HC-H26	39,1	8,13	9,53	1,00	3,83	4,59	8,76	0,93
HC-H27	37,3	8,76	6,79	0,97	3,69	0,00	10,25	0,86
HC-H28	40,3	5,46	1,52	1,02	3,92	0,00	5,47	1,00
HC-H29	17,6	5,40	1,52	0,61	2,14	0,00	3,07	1,76
HC-HT1	45	7,49	3,17	1,10	4,29	0,00	7,79	0,96
HC-HS1	36	8,11	5,03	0,94	3,58	0,00	8,32	0,97
HC-HS2	32	8,74	5,71	0,87	3,27	0,00	8,24	1,06
HC-HS3	46,5	7,30	2,70	1,13	4,41	0,00	7,46	0,98
MA-E1	28,1	8,54	9,71	0,80	2,96	5,04	6,70	1,27
MA-H1	27	10,43	11,64	0,78	2,88	5,53	7,65	1,36
CH-TA2	28,3	9,51	4,06	0,80	2,98	0,00	6,24	1,52
CH-TA4	34,9	10,91	4,06	0,92	3,50	0,00	7,24	1,51
GO-WIII-4	25,0	9,29	5,83	0,74	2,72	0,00	7,06	1,32
ROB-2	30,0	7,59	2,75	0,83	3,11	0,00	5,40	1,40
ROB-3	30,0	7,90	2,72	0,83	3,11	0,00	5,38	1,47
ROB-4	30,0	7,59	2,59	0,83	3,11	0,00	5,28	1,44
ROB-10	30,0	6,70	2,15	0,83	3,11	0,00	4,91	1,36
ROB-11	30,0	6,70	2,15	0,83	3,11	0,00	4,91	1,36
ROB-12	30,0	6,65	2,21	0,83	3,11	0,00	4,96	1,34
ROB-13	30,0	6,70	2,18	0,83	3,11	0,00	4,93	1,36
NA-C3	34,7	7,89	4,04	0,92	3,48	0,00	7,19	1,10
NA-C3A	30,0	7,55	3,47	0,83	3,11	0,00	6,01	1,26
AZ-C10	28,5	5,67	5,49	0,81	2,99	0,00	7,42	0,76

Média = 1,05785

Desvio Padrão = 0,22294

Conjunto de intervalos B, polo 1:

Espécime	f_c (MPa)	τ_c , test (MPa)	ρ^*f_{yi} (MPa)	μ	c (MPa)	τ_n (MPa)	τ_c , calc (MPa)	$\frac{\tau_c, test}{\tau_c, calc}$
KR-1	26,1	4,27	1,19	0,78	2,76	0,00	3,68	1,16
KR-2	42,5	7,52	1,23	1,20	3,68	0,00	5,15	1,46
KR-3	26,3	3,88	1,00	0,78	2,77	0,00	3,55	1,09
KR-4	24,3	5,36	2,79	0,73	2,66	0,00	4,70	1,14
KR-5	26,5	5,85	2,24	0,79	2,78	0,00	4,54	1,29
KR-6	27,4	4,92	2,01	0,81	2,83	0,00	4,46	1,10
KR-7	22,5	7,52	5,54	0,69	2,55	0,00	6,35	1,18
KR-8	28,8	7,52	4,71	0,85	2,91	0,00	6,90	1,09
KR-9	44,8	11,38	4,62	1,26	3,81	0,00	9,61	1,18
KR-10	33,0	6,19	4,02	0,95	3,14	0,00	6,98	0,89
KR-11	26,9	6,58	4,08	0,80	2,80	0,00	6,06	1,09
KR-13	31,6	4,10	0,88	0,92	3,07	0,00	3,87	1,06
KR-14	31,3	2,99	0,74	0,91	3,05	0,00	3,72	0,80
KR-19	26,1	3,94	1,13	0,78	2,76	0,00	3,64	1,08
KR-20	24,5	3,67	2,51	0,74	2,67	0,00	4,51	0,81
KR-21	27	3,39	0,95	0,80	2,81	0,00	3,57	0,95
KR-22	25,8	3,74	2,11	0,77	2,74	0,00	4,37	0,86
KR-23	27,2	3,15	0,99	0,81	2,82	0,00	3,62	0,87
KR-27	29,8	4,93	2,45	0,87	2,96	0,00	5,10	0,97
KR-28	31,9	4,47	2,02	0,93	3,08	0,00	4,95	0,90
KR-29	25,7	4,41	2,03	0,77	2,73	0,00	4,29	1,03
KR-30	29,4	5,82	3,11	0,86	2,94	0,00	5,62	1,04
KR-31	27,9	5,39	2,63	0,82	2,86	0,00	5,03	1,07
KR-32	30,3	5,03	2,57	0,89	2,99	0,00	5,27	0,95
KR-36	27,3	5,54	4,04	0,81	2,82	0,00	6,09	0,91
KR-37	26	5,58	4,64	0,78	2,75	0,00	6,35	0,88
KR-75	28,3	4,43	2,97	0,83	2,88	0,00	5,36	0,83
KR-76	28,2	5,17	3,06	0,83	2,87	0,00	5,42	0,95
KR-77	15,2	3,27	1,50	0,50	2,15	0,00	2,89	1,13
KR-78	15,2	3,77	2,84	0,50	2,15	0,00	3,56	1,06
KR-80	16,8	3,55	1,47	0,54	2,23	0,00	3,03	1,17
KR-81	17,7	4,64	2,89	0,56	2,29	0,00	3,91	1,19
KR-82	14,5	4,55	3,83	0,48	2,11	0,00	3,95	1,15
KR-86	28,8	6,06	1,53	0,85	2,91	0,00	4,20	1,44
KR-87	26,8	5,55	2,84	0,80	2,80	0,00	5,05	1,10
KR-88	26,3	5,35	4,06	0,78	2,77	0,00	5,94	0,90
KR-89	27,6	4,70	1,51	0,82	2,84	0,00	4,08	1,15
KR-90	29,2	6,67	3,01	0,86	2,93	0,00	5,51	1,21
KR-91	28,0	6,64	3,96	0,83	2,86	0,00	6,14	1,08
KR-95	43,5	6,77	1,50	1,22	3,73	0,00	5,56	1,22

Espécime	f_c (MPa)	τ_c , test (MPa)	ρ^*f_{yi} (MPa)	μ	c (MPa)	τ_n (MPa)	τ_c , calc (MPa)	$\frac{\tau_c, test}{\tau_c, calc}$
KR-96	44,3	8,98	2,97	1,24	3,78	0,00	7,48	1,20
KR-97	44,3	7,67	3,78	1,24	3,78	0,00	8,48	0,90
KR-98	45,6	5,43	1,50	1,28	3,85	0,00	5,77	0,94
KR-99	45,3	7,93	3,01	1,27	3,83	0,00	7,65	1,04
KR-100	44,3	9,26	4,02	1,24	3,78	0,00	8,78	1,05
KR-104	29,0	3,00	1,51	0,85	2,92	1,50	2,93	1,02
KR-105	26,6	2,65	1,20	0,79	2,78	1,33	2,68	0,99
KR-106	27,9	2,47	1,04	0,82	2,86	1,23	2,70	0,91
KR-107	28,1	4,29	3,11	0,83	2,87	2,14	3,67	1,17
KR-108	26,6	3,56	2,46	0,79	2,78	1,78	3,33	1,07
KR-109	29,2	3,58	2,06	0,86	2,93	1,79	3,16	1,13
KR-110	29,3	6,43	6,08	0,86	2,94	3,22	5,40	1,19
KR-111	26,9	5,47	5,00	0,80	2,80	2,73	4,61	1,19
KR-112	29,7	5,01	4,17	0,87	2,96	2,51	4,40	1,14
KR-114	29,8	2,30	1,20	0,87	2,96	1,15	3,00	0,77
KR-115	34,1	2,34	1,01	0,98	3,21	1,17	3,05	0,77
KR-117	26,8	3,11	2,31	0,80	2,80	1,56	3,39	0,92
KR-118	29,2	3,14	2,06	0,86	2,93	1,57	3,35	0,94
KR-120	28,5	4,94	4,90	0,84	2,89	2,47	4,93	1,00
KR-121	27,4	4,11	4,12	0,81	2,83	2,06	4,50	0,91
KR-135	44,3	5,34	3,99	1,24	3,78	4,01	3,76	1,42
KR-136	26,7	1,74	1,56	0,79	2,79	1,74	2,65	0,66
KR-137	31,8	1,55	1,16	0,92	3,08	1,55	2,72	0,57
KR-138	26,7	1,47	1,03	0,79	2,79	1,47	2,44	0,60
KR-139	30,5	3,47	2,84	0,89	3,00	3,47	2,44	1,42
KR-140	26,8	2,57	2,28	0,80	2,80	2,57	2,57	1,00
KR-141	27,6	2,33	1,93	0,82	2,84	2,33	2,52	0,92
KR-142	29,4	4,55	5,67	0,86	2,94	4,55	3,91	1,17
KR-143	28,3	3,96	4,84	0,83	2,88	3,96	3,61	1,10
KR-144	29,3	3,67	4,17	0,86	2,94	3,67	3,36	1,09
KR-146	29,6	1,14	1,18	0,87	2,95	1,14	2,98	0,38
KR-147	27,9	1,69	0,99	0,82	2,86	1,69	2,28	0,74
KR-149	29,8	2,41	2,25	0,87	2,96	2,41	2,82	0,85
KR-150	27,9	2,15	1,86	0,82	2,86	2,15	2,62	0,82
KR-152	28,5	3,54	4,97	0,84	2,89	3,54	4,09	0,86
KR-153	27,3	2,79	3,87	0,81	2,82	2,79	3,69	0,76
KR-169	45,8	6,77	7,99	1,28	3,86	8,46	3,25	2,08
KR-10S	28,6	8,38	5,15	0,84	2,90	0,00	7,24	1,16
KR-16S	28,3	4,06	5,13	0,83	2,88	4,06	3,77	1,08
HC-H1	39,8	7,02	2,58	1,13	3,53	0,00	6,44	1,09
HC-H2	35,8	6,08	2,58	1,03	3,30	0,00	5,95	1,02
HC-H3	37,8	6,67	3,07	1,08	3,41	0,00	6,72	0,99

Espécime	f_c (MPa)	τ_c , test (MPa)	ρ^*f_{yi} (MPa)	μ	c (MPa)	τ_n (MPa)	τ_c , calc (MPa)	$\frac{\tau_c, test}{\tau_c, calc}$
HC-H4	38,7	6,78	3,07	1,10	3,46	0,00	6,84	0,99
HC-H7	36,1	10,61	7,02	1,03	3,32	0,00	10,57	1,00
HC-H8	30,4	10,79	7,02	0,89	3,00	0,00	9,23	1,17
HC-H9	37,6	10,41	6,08	1,07	3,40	0,00	9,92	1,05
HC-H10	33,9	10,14	7,02	0,98	3,19	0,00	10,05	1,01
HC-H13	36,7	9,49	6,83	1,05	3,35	0,00	10,51	0,90
HC-H14	40	8,16	2,93	1,13	3,54	0,00	6,86	1,19
HC-H19	46,5	5,82	1,58	1,30	3,90	0,00	5,95	0,98
HC-H20	44,7	10,56	4,91	1,25	3,80	0,00	9,96	1,06
HC-H21	30,4	8,02	5,03	0,89	3,00	0,00	7,47	1,07
HC-H22	47,3	10,23	5,03	1,32	3,95	0,00	10,59	0,97
HC-H23	41,4	8,69	5,03	1,17	3,61	0,00	9,50	0,91
HC-H25	38,5	8,36	7,29	1,10	3,45	2,37	8,85	0,95
HC-H26	39,1	8,13	9,53	1,11	3,49	4,59	8,97	0,91
HC-H27	37,3	8,76	6,79	1,06	3,38	0,00	10,62	0,83
HC-H28	40,3	5,46	1,52	1,14	3,55	0,00	5,28	1,03
HC-H29	17,6	5,40	1,52	0,56	2,28	0,00	3,13	1,73
HC-HT1	45	7,49	3,17	1,26	3,82	0,00	7,81	0,96
HC-HS1	36	8,11	5,03	1,03	3,31	0,00	8,50	0,95
HC-HS2	32	8,74	5,71	0,93	3,09	0,00	8,39	1,04
HC-HS3	46,5	7,30	2,70	1,30	3,90	0,00	7,41	0,99
MA-E1	28,1	8,54	9,71	0,83	2,87	5,04	6,74	1,27
MA-H1	27	10,43	11,64	0,80	2,81	5,53	7,71	1,35
CH-TA2	28,3	9,51	4,06	0,83	2,88	0,00	6,27	1,52
CH-TA4	34,9	10,91	4,06	1,00	3,25	0,00	7,32	1,49
GO-WIII-4	25,0	9,29	5,83	0,75	2,69	0,00	7,06	1,31
ROB-2	30,0	7,59	2,75	0,88	2,98	0,00	5,39	1,41
ROB-3	30,0	7,90	2,72	0,88	2,98	0,00	5,36	1,47
ROB-4	30,0	7,59	2,59	0,88	2,98	0,00	5,25	1,45
ROB-10	30,0	6,70	2,15	0,88	2,98	0,00	4,87	1,38
ROB-11	30,0	6,70	2,15	0,88	2,98	0,00	4,87	1,38
ROB-12	30,0	6,65	2,21	0,88	2,98	0,00	4,92	1,35
ROB-13	30,0	6,70	2,18	0,88	2,98	0,00	4,88	1,37
FO-PC1	53,0	8,67	3,80	1,47	4,27	0,00	9,84	0,88
FO-PC2	53,0	13,87	6,06	1,47	4,27	0,00	13,15	1,05
NA-C3	34,7	7,89	4,04	1,00	3,24	0,00	7,27	1,09
NA-C3A	30,0	7,55	3,47	0,88	2,98	0,00	6,02	1,25
AZ-C10	28,5	5,67	5,49	0,84	2,89	0,00	7,49	0,76

Média = 1,06627

Desvio Padrão = 0,23048

Conjunto de intervalos B, polo 2:

Espécime	f_c (MPa)	τ_c , test (MPa)	$\rho \cdot f_{yi}$ (MPa)	μ	c (MPa)	τ_n (MPa)	τ_c , calc (MPa)	$\frac{\tau_c, test}{\tau_c, calc}$
KR-1	26,1	4,27	1,19	0,68	3,14	0,00	3,94	1,08
KR-2	42,5	7,52	1,23	1,06	4,27	0,00	5,58	1,35
KR-3	26,3	3,88	1,00	0,68	3,15	0,00	3,83	1,01
KR-4	24,3	5,36	2,79	0,63	3,01	0,00	4,78	1,12
KR-5	26,5	5,85	2,24	0,68	3,16	0,00	4,69	1,25
KR-6	27,4	4,92	2,01	0,71	3,23	0,00	4,64	1,06
KR-7	22,5	7,52	5,54	0,59	2,89	0,00	6,16	1,22
KR-8	28,8	7,52	4,71	0,74	3,32	0,00	6,80	1,11
KR-9	44,8	11,38	4,62	1,11	4,43	0,00	9,57	1,19
KR-10	33,0	6,19	4,02	0,84	3,61	0,00	6,98	0,89
KR-11	26,9	6,58	4,08	0,69	3,19	0,00	6,02	1,09
KR-13	31,6	4,10	0,88	0,80	3,52	0,00	4,22	0,97
KR-14	31,3	2,99	0,74	0,80	3,50	0,00	4,08	0,73
KR-19	26,1	3,94	1,13	0,68	3,14	0,00	3,90	1,01
KR-20	24,5	3,67	2,51	0,64	3,02	0,00	4,62	0,79
KR-21	27	3,39	0,95	0,70	3,20	0,00	3,86	0,88
KR-22	25,8	3,74	2,11	0,67	3,11	0,00	4,53	0,83
KR-23	27,2	3,15	0,99	0,70	3,21	0,00	3,91	0,81
KR-27	29,8	4,93	2,45	0,76	3,39	0,00	5,26	0,94
KR-28	31,9	4,47	2,02	0,81	3,54	0,00	5,18	0,86
KR-29	25,7	4,41	2,03	0,67	3,11	0,00	4,46	0,99
KR-30	29,4	5,82	3,11	0,75	3,36	0,00	5,70	1,02
KR-31	27,9	5,39	2,63	0,72	3,26	0,00	5,15	1,05
KR-32	30,3	5,03	2,57	0,77	3,43	0,00	5,42	0,93
KR-36	27,3	5,54	4,04	0,70	3,22	0,00	6,06	0,91
KR-37	26	5,58	4,64	0,67	3,13	0,00	6,25	0,89
KR-75	28,3	4,43	2,97	0,73	3,29	0,00	5,45	0,81
KR-76	28,2	5,17	3,06	0,72	3,28	0,00	5,50	0,94
KR-77	15,2	3,27	1,50	0,42	2,38	0,00	3,01	1,09
KR-78	15,2	3,77	2,84	0,42	2,38	0,00	3,57	1,05
KR-80	16,8	3,55	1,47	0,46	2,49	0,00	3,16	1,12
KR-81	17,7	4,64	2,89	0,48	2,55	0,00	3,94	1,18
KR-82	14,5	4,55	3,83	0,40	2,33	0,00	3,88	1,17
KR-86	28,8	6,06	1,53	0,74	3,32	0,00	4,45	1,36
KR-87	26,8	5,55	2,84	0,69	3,18	0,00	5,15	1,08
KR-88	26,3	5,35	4,06	0,68	3,15	0,00	5,91	0,90
KR-89	27,6	4,70	1,51	0,71	3,24	0,00	4,31	1,09
KR-90	29,2	6,67	3,01	0,75	3,35	0,00	5,60	1,19
KR-91	28,0	6,64	3,96	0,72	3,27	0,00	6,12	1,09
KR-95	43,5	6,77	1,50	1,08	4,34	0,00	5,96	1,14

Espécime	f_c (MPa)	τ_c , test (MPa)	ρ^*f_{yi} (MPa)	μ	c (MPa)	τ_n (MPa)	τ_c , calc (MPa)	$\frac{\tau_c, test}{\tau_c, calc}$
KR-96	44,3	8,98	2,97	1,10	4,40	0,00	7,67	1,17
KR-97	44,3	7,67	3,78	1,10	4,40	0,00	8,56	0,90
KR-98	45,6	5,43	1,50	1,13	4,49	0,00	6,19	0,88
KR-99	45,3	7,93	3,01	1,12	4,47	0,00	7,85	1,01
KR-100	44,3	9,26	4,02	1,10	4,40	0,00	8,83	1,05
KR-104	29,0	3,00	1,51	0,74	3,34	1,50	3,35	0,89
KR-105	26,6	2,65	1,20	0,69	3,17	1,33	3,08	0,86
KR-106	27,9	2,47	1,04	0,72	3,26	1,23	3,12	0,79
KR-107	28,1	4,29	3,11	0,72	3,27	2,14	3,97	1,08
KR-108	26,6	3,56	2,46	0,69	3,17	1,78	3,64	0,98
KR-109	29,2	3,58	2,06	0,75	3,35	1,79	3,55	1,01
KR-110	29,3	6,43	6,08	0,75	3,36	3,22	5,51	1,17
KR-111	26,9	5,47	5,00	0,69	3,19	2,73	4,77	1,15
KR-112	29,7	5,01	4,17	0,76	3,39	2,51	4,65	1,08
KR-114	29,8	2,30	1,20	0,76	3,39	1,15	3,43	0,67
KR-115	34,1	2,34	1,01	0,86	3,69	1,17	3,55	0,66
KR-117	26,8	3,11	2,31	0,69	3,18	1,56	3,70	0,84
KR-118	29,2	3,14	2,06	0,75	3,35	1,57	3,72	0,84
KR-120	28,5	4,94	4,90	0,73	3,30	2,47	5,08	0,97
KR-121	27,4	4,11	4,12	0,71	3,23	2,06	4,68	0,88
KR-135	44,3	5,34	3,99	1,10	4,40	4,01	4,38	1,22
KR-136	26,7	1,74	1,56	0,69	3,18	1,74	3,05	0,57
KR-137	31,8	1,55	1,16	0,81	3,53	1,55	3,22	0,48
KR-138	26,7	1,47	1,03	0,69	3,18	1,47	2,87	0,51
KR-139	30,5	3,47	2,84	0,78	3,44	3,47	2,95	1,18
KR-140	26,8	2,57	2,28	0,69	3,18	2,57	2,98	0,86
KR-141	27,6	2,33	1,93	0,71	3,24	2,33	2,96	0,79
KR-142	29,4	4,55	5,67	0,75	3,36	4,55	4,21	1,08
KR-143	28,3	3,96	4,84	0,73	3,29	3,96	3,92	1,01
KR-144	29,3	3,67	4,17	0,75	3,36	3,67	3,73	0,98
KR-146	29,6	1,14	1,18	0,76	3,38	1,14	3,41	0,34
KR-147	27,9	1,69	0,99	0,72	3,26	1,69	2,76	0,61
KR-149	29,8	2,41	2,25	0,76	3,39	2,41	3,27	0,74
KR-150	27,9	2,15	1,86	0,72	3,26	2,15	3,05	0,70
KR-152	28,5	3,54	4,97	0,73	3,30	3,54	4,35	0,81
KR-153	27,3	2,79	3,87	0,70	3,22	2,79	3,98	0,70
KR-169	45,8	6,77	7,99	1,14	4,50	8,46	3,96	1,71
KR-10S	28,6	8,38	5,15	0,73	3,31	0,00	7,09	1,18
KR-16S	28,3	4,06	5,13	0,73	3,29	4,06	4,07	1,00
HC-H1	39,8	7,02	2,58	1,00	4,09	0,00	6,65	1,05
HC-H2	35,8	6,08	2,58	0,90	3,81	0,00	6,14	0,99
HC-H3	37,8	6,67	3,07	0,95	3,95	0,00	6,86	0,97

Espécime	f_c (MPa)	τ_c , test (MPa)	$\rho \cdot f_{yi}$ (MPa)	μ	c (MPa)	τ_n (MPa)	τ_c , calc (MPa)	$\frac{\tau_c, test}{\tau_c, calc}$
HC-H4	38,7	6,78	3,07	0,97	4,01	0,00	6,99	0,97
HC-H7	36,1	10,61	7,02	0,91	3,83	0,00	10,21	1,04
HC-H8	30,4	10,79	7,02	0,78	3,43	0,00	8,88	1,22
HC-H9	37,6	10,41	6,08	0,94	3,93	0,00	9,68	1,08
HC-H10	33,9	10,14	7,02	0,86	3,68	0,00	9,69	1,05
HC-H13	36,7	9,49	6,83	0,92	3,87	0,00	10,17	0,93
HC-H14	40	8,16	2,93	1,00	4,10	0,00	7,03	1,16
HC-H19	46,5	5,82	1,58	1,15	4,55	0,00	6,37	0,91
HC-H20	44,7	10,56	4,91	1,11	4,42	0,00	9,88	1,07
HC-H21	30,4	8,02	5,03	0,78	3,43	0,00	7,34	1,09
HC-H22	47,3	10,23	5,03	1,17	4,60	0,00	10,50	0,97
HC-H23	41,4	8,69	5,03	1,03	4,20	0,00	9,40	0,92
HC-H25	38,5	8,36	7,29	0,97	3,99	2,37	8,75	0,96
HC-H26	39,1	8,13	9,53	0,98	4,04	4,59	8,88	0,92
HC-H27	37,3	8,76	6,79	0,94	3,91	0,00	10,28	0,85
HC-H28	40,3	5,46	1,52	1,01	4,12	0,00	5,65	0,97
HC-H29	17,6	5,40	1,52	0,48	2,55	0,00	3,27	1,65
HC-HT1	45	7,49	3,17	1,12	4,45	0,00	7,99	0,94
HC-HS1	36	8,11	5,03	0,91	3,82	0,00	8,38	0,97
HC-HS2	32	8,74	5,71	0,81	3,54	0,00	8,19	1,07
HC-HS3	46,5	7,30	2,70	1,15	4,55	0,00	7,66	0,95
MA-E1	28,1	8,54	9,71	0,72	3,27	5,04	6,65	1,28
MA-H1	27	10,43	11,64	0,70	3,20	5,53	7,46	1,40
CH-TA2	28,3	9,51	4,06	0,73	3,29	0,00	6,24	1,52
CH-TA4	34,9	10,91	4,06	0,88	3,75	0,00	7,33	1,49
GO-WIII-4	25,0	9,29	5,83	0,65	3,06	0,00	6,85	1,36
ROB-2	30,0	7,59	2,75	0,77	3,41	0,00	5,51	1,38
ROB-3	30,0	7,90	2,72	0,77	3,41	0,00	5,49	1,44
ROB-4	30,0	7,59	2,59	0,77	3,41	0,00	5,39	1,41
ROB-10	30,0	6,70	2,15	0,77	3,41	0,00	5,06	1,32
ROB-11	30,0	6,70	2,15	0,77	3,41	0,00	5,06	1,32
ROB-12	30,0	6,65	2,21	0,77	3,41	0,00	5,10	1,30
ROB-13	30,0	6,70	2,18	0,77	3,41	0,00	5,07	1,32
FO-PC1	53,0	8,67	3,80	1,30	5,00	0,00	9,96	0,87
FO-PC2	53,0	13,87	6,06	1,30	5,00	0,00	12,91	1,07
NA-C3	34,7	7,89	4,04	0,88	3,73	0,00	7,27	1,08
NA-C3A	30,0	7,55	3,47	0,77	3,41	0,00	6,07	1,24
AZ-C10	28,5	5,67	5,49	0,73	3,30	0,00	7,31	0,78

Média = 1,02367

Desvio Padrão = 0,22631

Conjunto de intervalos B, polo 3:

Espécime	f_c (MPa)	τ_c , test (MPa)	ρ^*f_{yi} (MPa)	μ	c (MPa)	τ_n (MPa)	τ_c , calc (MPa)	$\frac{\tau_c, test}{\tau_c, calc}$
KR-1	26,1	4,27	1,19	0,79	2,99	0,00	3,93	1,09
KR-2	42,5	7,52	1,23	1,26	3,76	0,00	5,31	1,42
KR-3	26,3	3,88	1,00	0,79	3,00	0,00	3,79	1,02
KR-4	24,3	5,36	2,79	0,74	2,91	0,00	4,96	1,08
KR-5	26,5	5,85	2,24	0,80	3,01	0,00	4,80	1,22
KR-6	27,4	4,92	2,01	0,83	3,05	0,00	4,71	1,04
KR-7	22,5	7,52	5,54	0,69	2,82	0,00	6,62	1,13
KR-8	28,8	7,52	4,71	0,87	3,12	0,00	7,19	1,04
KR-9	44,8	11,38	4,62	1,32	3,87	0,00	9,98	1,14
KR-10	33,0	6,19	4,02	0,99	3,31	0,00	7,27	0,85
KR-11	26,9	6,58	4,08	0,81	3,03	0,00	6,34	1,04
KR-13	31,6	4,10	0,88	0,95	3,25	0,00	4,08	1,00
KR-14	31,3	2,99	0,74	0,94	3,23	0,00	3,93	0,76
KR-19	26,1	3,94	1,13	0,79	2,99	0,00	3,88	1,02
KR-20	24,5	3,67	2,51	0,74	2,92	0,00	4,78	0,77
KR-21	27	3,39	0,95	0,81	3,03	0,00	3,81	0,89
KR-22	25,8	3,74	2,11	0,78	2,98	0,00	4,62	0,81
KR-23	27,2	3,15	0,99	0,82	3,04	0,00	3,86	0,82
KR-27	29,8	4,93	2,45	0,89	3,16	0,00	5,35	0,92
KR-28	31,9	4,47	2,02	0,95	3,26	0,00	5,19	0,86
KR-29	25,7	4,41	2,03	0,78	2,97	0,00	4,55	0,97
KR-30	29,4	5,82	3,11	0,88	3,15	0,00	5,89	0,99
KR-31	27,9	5,39	2,63	0,84	3,08	0,00	5,29	1,02
KR-32	30,3	5,03	2,57	0,91	3,19	0,00	5,53	0,91
KR-36	27,3	5,54	4,04	0,82	3,05	0,00	6,37	0,87
KR-37	26	5,58	4,64	0,79	2,99	0,00	6,63	0,84
KR-75	28,3	4,43	2,97	0,85	3,09	0,00	5,63	0,79
KR-76	28,2	5,17	3,06	0,85	3,09	0,00	5,68	0,91
KR-77	15,2	3,27	1,50	0,48	2,48	0,00	3,20	1,02
KR-78	15,2	3,77	2,84	0,48	2,48	0,00	3,83	0,98
KR-80	16,8	3,55	1,47	0,52	2,56	0,00	3,33	1,07
KR-81	17,7	4,64	2,89	0,55	2,60	0,00	4,18	1,11
KR-82	14,5	4,55	3,83	0,46	2,45	0,00	4,20	1,09
KR-86	28,8	6,06	1,53	0,87	3,12	0,00	4,44	1,36
KR-87	26,8	5,55	2,84	0,81	3,02	0,00	5,32	1,04
KR-88	26,3	5,35	4,06	0,79	3,00	0,00	6,22	0,86
KR-89	27,6	4,70	1,51	0,83	3,06	0,00	4,32	1,09
KR-90	29,2	6,67	3,01	0,88	3,14	0,00	5,77	1,16
KR-91	28,0	6,64	3,96	0,84	3,08	0,00	6,42	1,03
KR-95	43,5	6,77	1,50	1,29	3,80	0,00	5,73	1,18

Espécime	f_c (MPa)	τ_c , test (MPa)	ρ^*f_{yi} (MPa)	μ	c (MPa)	τ_n (MPa)	τ_c , calc (MPa)	$\frac{\tau_c, test}{\tau_c, calc}$
KR-96	44,3	8,98	2,97	1,31	3,84	0,00	7,74	1,16
KR-97	44,3	7,67	3,78	1,31	3,84	0,00	8,79	0,87
KR-98	45,6	5,43	1,50	1,35	3,90	0,00	5,93	0,92
KR-99	45,3	7,93	3,01	1,34	3,89	0,00	7,91	1,00
KR-100	44,3	9,26	4,02	1,31	3,84	0,00	9,11	1,02
KR-104	29,0	3,00	1,51	0,87	3,13	1,50	3,14	0,95
KR-105	26,6	2,65	1,20	0,80	3,02	1,33	2,91	0,91
KR-106	27,9	2,47	1,04	0,84	3,08	1,23	2,92	0,85
KR-107	28,1	4,29	3,11	0,85	3,09	2,14	3,90	1,10
KR-108	26,6	3,56	2,46	0,80	3,02	1,78	3,57	1,00
KR-109	29,2	3,58	2,06	0,88	3,14	1,79	3,37	1,06
KR-110	29,3	6,43	6,08	0,88	3,14	3,22	5,66	1,14
KR-111	26,9	5,47	5,00	0,81	3,03	2,73	4,87	1,12
KR-112	29,7	5,01	4,17	0,89	3,16	2,51	4,64	1,08
KR-114	29,8	2,30	1,20	0,89	3,16	1,15	3,21	0,72
KR-115	34,1	2,34	1,01	1,02	3,37	1,17	3,20	0,73
KR-117	26,8	3,11	2,31	0,81	3,02	1,56	3,63	0,86
KR-118	29,2	3,14	2,06	0,88	3,14	1,57	3,57	0,88
KR-120	28,5	4,94	4,90	0,86	3,10	2,47	5,19	0,95
KR-121	27,4	4,11	4,12	0,83	3,05	2,06	4,75	0,87
KR-135	44,3	5,34	3,99	1,31	3,84	4,01	3,82	1,40
KR-136	26,7	1,74	1,56	0,81	3,02	1,74	2,87	0,60
KR-137	31,8	1,55	1,16	0,95	3,26	1,55	2,89	0,53
KR-138	26,7	1,47	1,03	0,81	3,02	1,47	2,66	0,55
KR-139	30,5	3,47	2,84	0,91	3,20	3,47	2,62	1,32
KR-140	26,8	2,57	2,28	0,81	3,02	2,57	2,79	0,92
KR-141	27,6	2,33	1,93	0,83	3,06	2,33	2,74	0,85
KR-142	29,4	4,55	5,67	0,88	3,15	4,55	4,13	1,10
KR-143	28,3	3,96	4,84	0,85	3,09	3,96	3,84	1,03
KR-144	29,3	3,67	4,17	0,88	3,14	3,67	3,58	1,03
KR-146	29,6	1,14	1,18	0,89	3,16	1,14	3,19	0,36
KR-147	27,9	1,69	0,99	0,84	3,08	1,69	2,49	0,68
KR-149	29,8	2,41	2,25	0,89	3,16	2,41	3,02	0,80
KR-150	27,9	2,15	1,86	0,84	3,08	2,15	2,83	0,76
KR-152	28,5	3,54	4,97	0,86	3,10	3,54	4,33	0,82
KR-153	27,3	2,79	3,87	0,82	3,05	2,79	3,93	0,71
KR-169	45,8	6,77	7,99	1,35	3,91	8,46	3,27	2,07
KR-10S	28,6	8,38	5,15	0,86	3,11	0,00	7,54	1,11
KR-16S	28,3	4,06	5,13	0,85	3,09	4,06	4,00	1,02
HC-H1	39,8	7,02	2,58	1,18	3,63	0,00	6,68	1,05
HC-H2	35,8	6,08	2,58	1,07	3,44	0,00	6,19	0,98
HC-H3	37,8	6,67	3,07	1,12	3,54	0,00	6,99	0,95

Espécime	f_c (MPa)	τ_c , test (MPa)	ρ^*f_{yi} (MPa)	μ	c (MPa)	τ_n (MPa)	τ_c , calc (MPa)	$\frac{\tau_c, test}{\tau_c, calc}$
HC-H4	38,7	6,78	3,07	1,15	3,58	0,00	7,11	0,95
HC-H7	36,1	10,61	7,02	1,07	3,46	0,00	11,00	0,97
HC-H8	30,4	10,79	7,02	0,91	3,19	0,00	9,59	1,13
HC-H9	37,6	10,41	6,08	1,12	3,53	0,00	10,32	1,01
HC-H10	33,9	10,14	7,02	1,01	3,36	0,00	10,45	0,97
HC-H13	36,7	9,49	6,83	1,09	3,49	0,00	10,94	0,87
HC-H14	40	8,16	2,93	1,19	3,64	0,00	7,12	1,15
HC-H19	46,5	5,82	1,58	1,37	3,94	0,00	6,11	0,95
HC-H20	44,7	10,56	4,91	1,32	3,86	0,00	10,35	1,02
HC-H21	30,4	8,02	5,03	0,91	3,19	0,00	7,78	1,03
HC-H22	47,3	10,23	5,03	1,39	3,98	0,00	11,00	0,93
HC-H23	41,4	8,69	5,03	1,23	3,71	0,00	9,88	0,88
HC-H25	38,5	8,36	7,29	1,14	3,57	2,37	9,20	0,91
HC-H26	39,1	8,13	9,53	1,16	3,60	4,59	9,33	0,87
HC-H27	37,3	8,76	6,79	1,11	3,52	0,00	11,05	0,79
HC-H28	40,3	5,46	1,52	1,19	3,66	0,00	5,47	1,00
HC-H29	17,6	5,40	1,52	0,55	2,60	0,00	3,42	1,58
HC-HT1	45	7,49	3,17	1,33	3,87	0,00	8,08	0,93
HC-HS1	36	8,11	5,03	1,07	3,45	0,00	8,84	0,92
HC-HS2	32	8,74	5,71	0,96	3,27	0,00	8,74	1,00
HC-HS3	46,5	7,30	2,70	1,37	3,94	0,00	7,65	0,95
MA-E1	28,1	8,54	9,71	0,85	3,09	5,04	7,04	1,21
MA-H1	27	10,43	11,64	0,81	3,03	5,53	8,01	1,30
CH-TA2	28,3	9,51	4,06	0,85	3,09	0,00	6,55	1,45
CH-TA4	34,9	10,91	4,06	1,04	3,40	0,00	7,63	1,43
GO-WIII-4	25,0	9,29	5,83	0,76	2,94	0,00	7,35	1,26
ROB-2	30,0	7,59	2,75	0,90	3,17	0,00	5,65	1,34
ROB-3	30,0	7,90	2,72	0,90	3,17	0,00	5,62	1,41
ROB-4	30,0	7,59	2,59	0,90	3,17	0,00	5,51	1,38
ROB-10	30,0	6,70	2,15	0,90	3,17	0,00	5,11	1,31
ROB-11	30,0	6,70	2,15	0,90	3,17	0,00	5,11	1,31
ROB-12	30,0	6,65	2,21	0,90	3,17	0,00	5,16	1,29
ROB-13	30,0	6,70	2,18	0,90	3,17	0,00	5,13	1,30
FO-PC1	53,0	8,67	3,80	1,56	4,25	0,00	10,17	0,85
FO-PC2	53,0	13,87	6,06	1,56	4,25	0,00	13,69	1,01
NA-C3	34,7	7,89	4,04	1,03	3,39	0,00	7,57	1,04
NA-C3A	30,0	7,55	3,47	0,90	3,17	0,00	6,30	1,20
AZ-C10	28,5	5,67	5,49	0,86	3,10	0,00	7,80	0,73

Média = 1,01400

Desvio Padrão = 0,22436

APÊNDICE B

Conjunto de intervalos C:

Espécime	f_c (MPa)	τ_c , test (MPa)	ρ^*f_{yi} (MPa)	μ	c (MPa)	τ_n (MPa)	τ_c , calc (MPa)	$\frac{\tau_c, test}{\tau_c, calc}$
YO-E1	62,1	7,87	5,03	1,17	3,51	1,57	7,54	1,04
YO-E2	64,9	8,86	5,03	1,20	3,47	1,77	7,40	1,20
YO-E3	79,5	11,93	8,69	1,41	3,27	2,39	12,13	0,98
FO-PC1	53,0	8,67	3,80	1,04	3,63	0,00	7,59	1,14
FO-PC2	53,0	13,87	6,06	1,04	3,63	0,00	9,94	1,39
FO-PF1	105,0	10,00	3,80	1,76	2,92	0,00	9,60	1,04
FO-PF2	105,0	14,00	6,06	1,76	2,92	0,00	13,58	1,03
BO-C3-80	91,0	16,40	7,66	1,56	3,11	0,00	15,10	1,09
BO-C1-100	106,0	19,92	9,69	1,77	2,91	0,00	20,08	0,99
BO-C1-120	132,0	22,70	10,25	2,13	2,55	0,00	24,40	0,93

Média = 1,08417

Desvio Padrão = 0,133831

APÊNDICE C

Conjunto de intervalos D, polo 1:

Espécime	$\rho \cdot f_{yi}$ (MPa)	τ_c , test (MPa)	f_c (MPa)	τ_n (MPa)	μ	c (MPa)	τ_c , calc (MPa)	$\frac{\tau_c, test}{\tau_c, calc}$
C3	4,63	3,62	13,79	0,00	0,30	3,16	4,53	0,80
C4	6,35	3,86	14,13	0,00	0,30	3,17	5,08	0,76
C1	1,50	2,51	16,07	0,00	0,33	3,21	3,70	0,68
C2	3,25	3,54	16,07	0,00	0,33	3,21	4,27	0,83
C5	8,13	4,41	16,07	0,00	0,33	3,21	5,86	0,75
C6	9,03	5,10	16,07	0,00	0,33	3,21	6,15	0,83
M 5.3	4,62	5,58	16,44	0,00	0,33	3,22	4,75	1,18
M 5.1	1,54	3,52	16,89	0,00	0,34	3,23	3,75	0,94
WP 240208	2,43	4,65	16,91	0,00	0,34	3,23	4,05	1,15
WP 240408	4,86	6,04	16,91	0,00	0,34	3,23	4,87	1,24
WP 240608	7,29	6,55	16,91	0,00	0,34	3,23	5,68	1,15
WP 240808	9,72	6,29	16,91	0,00	0,34	3,23	6,50	0,97
M 5.4	6,16	5,48	17,79	0,00	0,35	3,25	5,39	1,02
M 5.2	3,08	4,83	18,06	0,00	0,35	3,26	4,34	1,11
M 5.5	7,72	6,96	18,06	0,00	0,35	3,26	5,97	1,17
M 2.1	1,54	4,07	21,37	0,00	0,39	3,33	3,94	1,03
M 2.2	3,08	4,69	21,37	0,00	0,39	3,33	4,54	1,03
M 3.3	3,08	4,69	21,37	0,00	0,39	3,33	4,54	1,03
WP 210808h	9,72	7,97	21,42	0,00	0,39	3,33	7,17	1,11
FC	7,07	4,87	22,00	0,00	0,40	3,35	6,19	0,79
B2	3,09	4,50	23,17	0,00	0,42	3,38	4,66	0,96
M 4.5	10,03	9,10	23,37	0,00	0,42	3,38	7,58	1,20
WP 110208g	2,43	5,08	24,99	0,00	0,44	3,42	4,48	1,13
WP 110808h	9,72	8,39	24,99	0,00	0,44	3,42	7,69	1,09
WP 110808hg	9,72	8,58	24,99	0,00	0,44	3,42	7,69	1,12
WP 120208	2,43	5,33	25,08	0,00	0,44	3,42	4,49	1,19
WP 120408	4,86	6,53	25,08	0,00	0,44	3,42	5,56	1,17
WP 120608	7,29	6,78	25,08	0,00	0,44	3,42	6,63	1,02
WP 120808	9,72	7,31	25,08	0,00	0,44	3,42	7,70	0,95
WP 120706	5,58	6,92	25,08	0,00	0,44	3,42	5,88	1,18
WP 120216	10,12	6,53	25,08	0,00	0,44	3,42	7,88	0,83
B1	1,50	3,10	25,79	0,00	0,45	3,44	4,11	0,75
WP 110208	2,43	5,50	26,10	0,00	0,45	3,44	4,54	1,21
WP 110408	4,86	6,44	26,10	0,00	0,45	3,44	5,65	1,14
WP 110608	7,29	7,39	26,10	0,00	0,45	3,44	6,75	1,10
E4C	3,65	4,64	26,34	-1,38	0,46	3,45	4,48	1,03
E1C	3,74	6,07	26,58	0,00	0,46	3,45	5,18	1,17

Espécime	$\rho \cdot f_{yi}$ (MPa)	τ_c , test (MPa)	f_c (MPa)	τ_n (MPa)	μ	c (MPa)	τ_c , calc (MPa)	$\frac{\tau_c, test}{\tau_c, calc}$
H2	3,14	4,27	26,75	0,00	0,46	3,46	4,91	0,87
F4C	5,56	5,78	26,82	-1,38	0,46	3,46	5,39	1,07
M 2.3	4,62	5,79	26,89	0,00	0,46	3,46	5,60	1,03
M 2.4	6,16	6,89	26,89	0,00	0,46	3,46	6,32	1,09
N2	3,20	5,38	26,89	0,00	0,46	3,46	4,94	1,09
WP 110706	5,58	7,19	26,94	0,00	0,46	3,46	6,05	1,19
B3	4,63	5,79	26,96	0,00	0,46	3,46	5,62	1,03
N5	7,72	8,10	27,13	0,00	0,47	3,47	7,07	1,15
B5	7,66	6,89	27,14	0,00	0,47	3,47	7,05	0,98
H5	7,66	6,83	27,24	0,00	0,47	3,47	7,06	0,97
E3C	3,81	4,92	27,30	-1,12	0,47	3,47	4,73	1,04
F2A	3,09	4,27	27,37	0,00	0,47	3,47	4,92	0,87
F3A	4,67	4,84	27,37	0,00	0,47	3,47	5,67	0,85
E6C	3,67	2,54	27,48	-2,76	0,47	3,47	3,91	0,65
N3	4,76	6,62	27,55	0,00	0,47	3,48	5,72	1,16
M 3.2	1,54	3,59	27,65	0,00	0,47	3,48	4,21	0,85
E5C	3,78	3,63	27,72	-2,07	0,47	3,48	4,29	0,85
F2	3,17	3,65	27,79	0,00	0,48	3,48	4,99	0,73
M 3.1	0,34	1,65	27,85	0,00	0,48	3,48	3,64	0,45
M 3.4	5,10	7,09	27,85	0,00	0,48	3,48	5,91	1,20
M 3.5	7,17	7,94	27,85	0,00	0,48	3,48	6,90	1,15
F4	6,18	6,00	27,86	0,00	0,48	3,48	6,43	0,93
F6	9,68	6,77	27,92	0,00	0,48	3,48	8,10	0,84
F3	4,76	5,06	28,03	0,00	0,48	3,49	5,76	0,88
M 4.1	2,02	4,85	28,06	0,00	0,48	3,49	4,46	1,09
M 4.2	4,02	6,76	28,06	0,00	0,48	3,49	5,41	1,25
H6	9,07	7,18	28,13	0,00	0,48	3,49	7,84	0,92
B4	5,96	6,48	28,27	0,00	0,48	3,49	6,36	1,02
H3	4,72	5,97	28,27	0,00	0,48	3,49	5,76	1,04
F5	7,86	6,34	28,37	0,00	0,48	3,49	7,29	0,87
N6	7,72	8,20	28,41	0,00	0,48	3,50	7,23	1,14
H1	1,51	2,76	28,58	0,00	0,49	3,50	4,23	0,65
F1	1,61	3,10	28,61	0,00	0,49	3,50	4,28	0,72
N4	6,18	7,93	28,61	0,00	0,49	3,50	6,50	1,22
F6C	5,60	5,54	28,61	-2,76	0,49	3,50	4,88	1,14
N1	1,54	3,17	28,82	0,00	0,49	3,50	4,26	0,74
M 2.5	7,72	8,96	28,82	0,00	0,49	3,50	7,28	1,23
M 2.6	9,24	9,55	28,82	0,00	0,49	3,50	8,02	1,19
E2C	3,76	6,41	29,10	-0,69	0,49	3,51	5,02	1,27
F1C	5,43	6,81	29,10	0,00	0,49	3,51	6,18	1,10
B6	9,43	7,96	29,30	0,00	0,49	3,52	8,18	0,97

Espécime	$\rho \cdot f_{yi}$ (MPa)	τ_c , test (MPa)	f_c (MPa)	τ_n (MPa)	μ	c (MPa)	τ_c , calc (MPa)	$\frac{\tau_c, test}{\tau_c, calc}$
M 4.3	6,03	8,14	29,92	0,00	0,50	3,53	6,56	1,24
M 4.4	8,03	9,65	29,92	0,00	0,50	3,53	7,57	1,28
LWAFc	7,07	5,14	30,00	0,00	0,50	3,53	7,09	0,72
H4	6,29	6,48	30,48	0,00	0,51	3,54	6,75	0,96
WP 110208t	2,43	5,08	30,52	0,00	0,51	3,54	4,78	1,06
L-PO-1-4,79	4,79	4,20	30,88	0,00	0,52	3,55	6,02	0,70
L-PO-1-7,64	7,64	4,27	30,88	0,00	0,52	3,55	7,49	0,57
L-PO-1-10,20	10,20	5,56	30,88	0,00	0,52	3,55	8,81	0,63
L-PO-1-12,71	12,71	5,70	30,88	0,00	0,52	3,55	10,10	0,56
WP 210204	1,06	3,22	31,11	0,00	0,52	3,56	4,11	0,78
WP 210608	7,29	9,72	31,11	0,00	0,52	3,56	7,33	1,33
WP 210216	10,12	9,25	31,11	0,00	0,52	3,56	8,80	1,05
WP 210316	15,17	10,11	31,11	0,00	0,52	3,56	11,41	0,89
WP 250208	2,43	6,83	32,47	0,00	0,54	3,59	4,89	1,40
WP 250408	4,86	8,69	32,47	0,00	0,54	3,59	6,19	1,40
WP 250608	7,29	9,65	32,47	0,00	0,54	3,59	7,49	1,29
WP 250808	9,72	9,94	32,47	0,00	0,54	3,59	8,79	1,13
L20-3	7,07	5,97	33,00	0,00	0,54	3,60	7,43	0,80
L30-2	4,71	7,67	37,20	0,00	0,60	3,70	6,50	1,18
L30-3	7,07	7,22	37,20	0,00	0,60	3,70	7,91	0,91
L30-4	9,42	7,88	37,20	0,00	0,60	3,70	9,31	0,85
L30-5	11,78	9,10	37,20	0,00	0,60	3,70	10,72	0,85
L30-6	14,13	9,21	37,20	0,00	0,60	3,70	12,12	0,76
WP 48	9,24	10,20	38,30	0,00	0,61	3,72	9,36	1,09
D5	7,94	7,46	38,61	0,00	0,61	3,73	8,60	0,87
D6	9,43	8,41	38,61	0,00	0,61	3,73	9,52	0,88
D3	4,76	5,32	39,37	0,00	0,62	3,75	6,71	0,79
D4	6,34	7,05	39,37	0,00	0,62	3,75	7,70	0,91
A3	5,05	7,93	40,13	0,00	0,63	3,77	6,96	1,14
2T10	4,71	8,18	40,20	0,00	0,63	3,77	6,75	1,21
4T10	9,42	10,17	40,20	0,00	0,63	3,77	9,74	1,04
6T10	14,13	12,92	40,20	0,00	0,63	3,77	12,73	1,01
E4	5,74	7,17	40,40	0,00	0,64	3,77	7,43	0,97
A4	6,73	9,79	40,54	0,00	0,64	3,77	8,07	1,21
A6	10,59	12,13	40,68	0,00	0,64	3,78	10,56	1,15
D3	5,10	6,96	40,75	0,00	0,64	3,78	7,05	0,99
D4	6,79	6,91	40,75	0,00	0,64	3,78	8,14	0,85
A6A	10,59	12,82	41,16	0,00	0,65	3,79	10,64	1,21
A7	13,29	13,38	41,16	0,00	0,65	3,79	12,39	1,08
C3	4,60	2,95	41,23	0,00	0,65	3,79	6,77	0,44
C4	6,26	4,14	41,23	0,00	0,65	3,79	7,84	0,53

Espécime	$\rho \cdot f_{yi}$ (MPa)	τ_c , test (MPa)	f_c (MPa)	τ_n (MPa)	μ	c (MPa)	τ_c , calc (MPa)	$\frac{\tau_c, test}{\tau_c, calc}$
G3	5,05	2,65	41,23	0,00	0,65	3,79	7,06	0,38
G4	6,51	3,45	41,23	0,00	0,65	3,79	8,01	0,43
D1	1,57	2,55	41,34	0,00	0,65	3,79	4,81	0,53
D2	3,17	4,61	41,34	0,00	0,65	3,79	5,85	0,79
A1	1,57	5,24	41,51	0,00	0,65	3,80	4,82	1,09
A2	3,13	5,52	41,51	0,00	0,65	3,80	5,83	0,95
B5	8,70	10,82	41,64	0,00	0,65	3,80	9,48	1,14
B6	10,87	11,72	41,64	0,00	0,65	3,80	10,89	1,08
B3	4,66	7,27	41,75	0,00	0,65	3,80	6,85	1,06
B4	6,53	8,80	41,75	0,00	0,65	3,80	8,07	1,09
D4A	6,55	6,85	41,95	0,00	0,66	3,81	8,11	0,85
A5	7,78	10,34	42,23	0,00	0,66	3,81	8,95	1,16
E6	10,00	8,62	42,23	0,00	0,66	3,81	10,42	0,83
E3	4,30	5,86	42,33	0,00	0,66	3,82	6,66	0,88
C5	8,00	5,38	42,51	0,00	0,66	3,82	9,13	0,59
C6	9,98	6,08	42,51	0,00	0,66	3,82	10,45	0,58
G5	8,38	4,04	42,51	0,00	0,66	3,82	9,39	0,43
G6	10,33	5,36	42,51	0,00	0,66	3,82	10,68	0,50
33	5,15	10,10	42,67	0,00	0,67	3,82	7,25	1,39
C1	1,54	1,45	42,68	0,00	0,67	3,82	4,85	0,30
C2	3,09	2,48	42,68	0,00	0,67	3,82	5,88	0,42
G1	1,54	1,10	42,68	0,00	0,67	3,82	4,85	0,23
G2	3,36	1,82	42,68	0,00	0,67	3,82	6,06	0,30
D5	8,16	6,85	42,75	0,00	0,67	3,83	9,27	0,74
D6	10,70	8,62	42,75	0,00	0,67	3,83	10,96	0,79
24	7,73	11,21	42,84	0,00	0,67	3,83	8,99	1,25
D1	1,55	4,07	43,06	0,00	0,67	3,83	4,87	0,83
D2	3,11	6,34	43,06	0,00	0,67	3,83	5,92	1,07
D5A	8,35	8,34	43,33	0,00	0,67	3,84	9,47	0,88
71	6,16	12,44	43,34	0,00	0,67	3,84	7,99	1,56
18	7,73	12,30	43,60	0,00	0,68	3,84	9,08	1,35
B1	1,56	3,36	43,64	0,00	0,68	3,85	4,90	0,68
B2	3,07	4,83	43,64	0,00	0,68	3,85	5,93	0,81
25	7,73	12,10	43,66	0,00	0,68	3,85	9,09	1,33
WP 15	7,73	10,92	44,30	0,00	0,69	3,86	9,17	1,19
WP 16	7,73	10,93	44,30	0,00	0,69	3,86	9,17	1,19
E1	1,43	2,90	44,75	0,00	0,69	3,87	4,86	0,60
E2	2,87	4,90	45,64	0,00	0,70	3,89	5,91	0,83
E5	8,48	8,20	45,85	0,00	0,71	3,90	9,89	0,83
51	6,16	11,77	46,15	0,00	0,71	3,90	8,28	1,42
23	5,15	10,17	46,31	0,00	0,71	3,91	7,58	1,34

Espécime	ρ^*f_{yi} (MPa)	τ_c , test (MPa)	f_c (MPa)	τ_n (MPa)	μ	c (MPa)	τ_c , calc (MPa)	$\frac{\tau_c, test}{\tau_c, calc}$
3	6,16	14,85	46,36	0,00	0,71	3,91	8,30	1,79
4	5,15	13,52	46,42	0,00	0,71	3,91	7,59	1,78
2	5,15	11,15	46,55	0,00	0,72	3,91	7,60	1,47
6	6,16	10,27	46,55	0,00	0,72	3,91	8,32	1,23
SF-4-1-C	1,76	4,02	46,92	0,00	0,72	3,92	5,19	0,77
SF-4-2-C	3,52	6,40	46,92	0,00	0,72	3,92	6,46	0,99
SF-4-3-C	5,27	8,18	46,92	0,00	0,72	3,92	7,72	1,06
WP 230208	2,43	6,72	47,68	0,00	0,73	3,94	5,71	1,18
WP 230408	4,87	10,83	47,68	0,00	0,73	3,94	7,49	1,45
WP 230608	7,29	12,56	47,68	0,00	0,73	3,94	9,26	1,36
WP 230808	9,72	14,19	47,68	0,00	0,73	3,94	11,04	1,29
7	7,73	14,77	48,61	0,00	0,74	3,96	9,70	1,52
42	7,73	12,48	48,70	0,00	0,74	3,96	9,71	1,29
N-PO-2-4,79	4,79	6,38	50,27	0,00	0,76	4,00	7,65	0,83
N-PO-2-7,64	7,64	7,52	50,27	0,00	0,76	4,00	9,83	0,77
N-PO-2-10,20	10,20	7,80	50,27	0,00	0,76	4,00	11,78	0,66
N-PO-2-12,71	12,71	8,89	50,27	0,00	0,76	4,00	13,70	0,65
12	12,32	18,45	52,10	0,00	0,79	4,04	13,73	1,34
10	7,73	13,14	52,17	0,00	0,79	4,04	10,13	1,30
11	7,73	12,80	52,17	0,00	0,79	4,04	10,13	1,26
N-PO-1-4,79	4,79	5,84	52,22	0,00	0,79	4,04	7,82	0,75
N-PO-1-7,64	7,64	8,50	52,22	0,00	0,79	4,04	10,07	0,84
N-PO-1-10,20	10,20	10,13	52,22	0,00	0,79	4,04	12,08	0,84
N-PO-1-12,71	12,71	7,54	52,22	0,00	0,79	4,04	14,06	0,54

Média = 0,981751

Desvio Padrão = 0,27266

Conjunto de intervalos D, polo 2:

Espécime	ρ^*f_{yi} (MPa)	τ_c , test (MPa)	f_c (MPa)	τ_n (MPa)	μ	c (MPa)	τ_c , calc (MPa)	$\frac{\tau_c, test}{\tau_c, calc}$
C3	4,63	3,62	13,79	0,00	0,30	3,13	4,52	0,80
C4	6,35	3,86	14,13	0,00	0,30	3,14	5,07	0,76
C1	1,50	2,51	16,07	0,00	0,33	3,20	3,69	0,68
C2	3,25	3,54	16,07	0,00	0,33	3,20	4,26	0,83
C5	8,13	4,41	16,07	0,00	0,33	3,20	5,86	0,75
C6	9,03	5,10	16,07	0,00	0,33	3,20	6,15	0,83
M 5.3	4,62	5,58	16,44	0,00	0,33	3,21	4,74	1,18
M 5.1	1,54	3,52	16,89	0,00	0,34	3,22	3,74	0,94
WP 240208	2,43	4,65	16,91	0,00	0,34	3,22	4,04	1,15
WP 240408	4,86	6,04	16,91	0,00	0,34	3,22	4,86	1,24
WP 240608	7,29	6,55	16,91	0,00	0,34	3,22	5,68	1,15
WP 240808	9,72	6,29	16,91	0,00	0,34	3,22	6,50	0,97
M 5.4	6,16	5,48	17,79	0,00	0,35	3,25	5,39	1,02
M 5.2	3,08	4,83	18,06	0,00	0,35	3,26	4,34	1,11
M 5.5	7,72	6,96	18,06	0,00	0,35	3,26	5,97	1,17
M 2.1	1,54	4,07	21,37	0,00	0,39	3,36	3,96	1,03
M 2.2	3,08	4,69	21,37	0,00	0,39	3,36	4,56	1,03
M 3.3	3,08	4,69	21,37	0,00	0,39	3,36	4,56	1,03
WP 210808h	9,72	7,97	21,42	0,00	0,39	3,36	7,16	1,11
FC	7,07	4,87	22,00	0,00	0,40	3,37	6,19	0,79
B2	3,09	4,50	23,17	0,00	0,41	3,41	4,68	0,96
M 4.5	10,03	9,10	23,37	0,00	0,41	3,41	7,58	1,20
WP 110208g	2,43	5,08	24,99	0,00	0,43	3,46	4,52	1,13
WP 110808h	9,72	8,39	24,99	0,00	0,43	3,46	7,68	1,09
WP 110808hg	9,72	8,58	24,99	0,00	0,43	3,46	7,68	1,12
WP 120208	2,43	5,33	25,08	0,00	0,44	3,46	4,52	1,18
WP 120408	4,86	6,53	25,08	0,00	0,44	3,46	5,58	1,17
WP 120608	7,29	6,78	25,08	0,00	0,44	3,46	6,64	1,02
WP 120808	9,72	7,31	25,08	0,00	0,44	3,46	7,70	0,95
WP 120706	5,58	6,92	25,08	0,00	0,44	3,46	5,89	1,17
WP 120216	10,12	6,53	25,08	0,00	0,44	3,46	7,87	0,83
B1	1,50	3,10	25,79	0,00	0,44	3,49	4,15	0,75
WP 110208	2,43	5,50	26,10	0,00	0,45	3,49	4,58	1,20
WP 110408	4,86	6,44	26,10	0,00	0,45	3,49	5,67	1,14
WP 110608	7,29	7,39	26,10	0,00	0,45	3,49	6,76	1,09
E4C	3,65	4,64	26,34	-1,38	0,45	3,50	4,52	1,03
E1C	3,74	6,07	26,58	0,00	0,45	3,51	5,21	1,17
H2	3,14	4,27	26,75	0,00	0,46	3,51	4,95	0,86
F4C	5,56	5,78	26,82	-1,38	0,46	3,52	5,42	1,07

Espécime	ρ^*f_{yi} (MPa)	τ_c , test (MPa)	f_c (MPa)	τ_n (MPa)	μ	c (MPa)	τ_c , calc (MPa)	$\frac{\tau_c, test}{\tau_c, calc}$
M 2.3	4,62	5,79	26,89	0,00	0,46	3,52	5,63	1,03
M 2.4	6,16	6,89	26,89	0,00	0,46	3,52	6,33	1,09
N2	3,20	5,38	26,89	0,00	0,46	3,52	4,98	1,08
WP 110706	5,58	7,19	26,94	0,00	0,46	3,52	6,07	1,18
B3	4,63	5,79	26,96	0,00	0,46	3,52	5,64	1,03
N5	7,72	8,10	27,13	0,00	0,46	3,53	7,08	1,14
B5	7,66	6,89	27,14	0,00	0,46	3,53	7,05	0,98
H5	7,66	6,83	27,24	0,00	0,46	3,53	7,06	0,97
E3C	3,81	4,92	27,30	-1,12	0,46	3,53	4,77	1,03
F2A	3,09	4,27	27,37	0,00	0,46	3,53	4,96	0,86
F3A	4,67	4,84	27,37	0,00	0,46	3,53	5,70	0,85
E6C	3,67	2,54	27,48	-2,76	0,46	3,54	3,96	0,64
N3	4,76	6,62	27,55	0,00	0,47	3,54	5,75	1,15
M 3.2	1,54	3,59	27,65	0,00	0,47	3,54	4,26	0,84
E5C	3,78	3,63	27,72	-2,07	0,47	3,54	4,34	0,84
F2	3,17	3,65	27,79	0,00	0,47	3,55	5,03	0,73
M 3.1	0,34	1,65	27,85	0,00	0,47	3,55	3,71	0,45
M 3.4	5,10	7,09	27,85	0,00	0,47	3,55	5,94	1,19
M 3.5	7,17	7,94	27,85	0,00	0,47	3,55	6,91	1,15
F4	6,18	6,00	27,86	0,00	0,47	3,55	6,44	0,93
F6	9,68	6,77	27,92	0,00	0,47	3,55	8,09	0,84
F3	4,76	5,06	28,03	0,00	0,47	3,55	5,79	0,87
M 4.1	2,02	4,85	28,06	0,00	0,47	3,55	4,51	1,08
M 4.2	4,02	6,76	28,06	0,00	0,47	3,55	5,45	1,24
H6	9,07	7,18	28,13	0,00	0,47	3,56	7,84	0,92
B4	5,96	6,48	28,27	0,00	0,47	3,56	6,38	1,02
H3	4,72	5,97	28,27	0,00	0,47	3,56	5,79	1,03
F5	7,86	6,34	28,37	0,00	0,47	3,56	7,30	0,87
N6	7,72	8,20	28,41	0,00	0,48	3,56	7,23	1,13
H1	1,51	2,76	28,58	0,00	0,48	3,57	4,29	0,64
F1	1,61	3,10	28,61	0,00	0,48	3,57	4,34	0,71
N4	6,18	7,93	28,61	0,00	0,48	3,57	6,52	1,22
F6C	5,60	5,54	28,61	-2,76	0,48	3,57	4,93	1,13
N1	1,54	3,17	28,82	0,00	0,48	3,58	4,32	0,73
M 2.5	7,72	8,96	28,82	0,00	0,48	3,58	7,28	1,23
M 2.6	9,24	9,55	28,82	0,00	0,48	3,58	8,01	1,19
E2C	3,76	6,41	29,10	-0,69	0,48	3,58	5,07	1,26
F1C	5,43	6,81	29,10	0,00	0,48	3,58	6,21	1,10
B6	9,43	7,96	29,30	0,00	0,49	3,59	8,17	0,97
M 4.3	6,03	8,14	29,92	0,00	0,49	3,61	6,58	1,24
M 4.4	8,03	9,65	29,92	0,00	0,49	3,61	7,57	1,27

Espécime	ρ^*f_{yi} (MPa)	$\tau_c, test$ (MPa)	f_c (MPa)	τ_n (MPa)	μ	c (MPa)	$\tau_c, calc$ (MPa)	$\frac{\tau_c, test}{\tau_c, calc}$
LWAFc	7,07	5,14	30,00	0,00	0,49	3,61	7,11	0,72
H4	6,29	6,48	30,48	0,00	0,50	3,62	6,77	0,96
WP 110208t	2,43	5,08	30,52	0,00	0,50	3,63	4,84	1,05
L-PO-1-4,79	4,79	4,20	30,88	0,00	0,51	3,64	6,06	0,69
L-PO-1-7,64	7,64	4,27	30,88	0,00	0,51	3,64	7,50	0,57
L-PO-1-10,20	10,20	5,56	30,88	0,00	0,51	3,64	8,79	0,63
L-PO-1-12,71	12,71	5,70	30,88	0,00	0,51	3,64	10,06	0,57
WP 210204	1,06	3,22	31,11	0,00	0,51	3,64	4,18	0,77
WP 210608	7,29	9,72	31,11	0,00	0,51	3,64	7,34	1,32
WP 210216	10,12	9,25	31,11	0,00	0,51	3,64	8,78	1,05
WP 210316	15,17	10,11	31,11	0,00	0,51	3,64	11,35	0,89
WP 250208	2,43	6,83	32,47	0,00	0,52	3,68	4,96	1,38
WP 250408	4,86	8,69	32,47	0,00	0,52	3,68	6,23	1,39
WP 250608	7,29	9,65	32,47	0,00	0,52	3,68	7,50	1,29
WP 250808	9,72	9,94	32,47	0,00	0,52	3,68	8,78	1,13
L20-3	7,07	5,97	33,00	0,00	0,53	3,70	7,45	0,80
L30-2	4,71	7,67	37,20	0,00	0,58	3,82	6,56	1,17
L30-3	7,07	7,22	37,20	0,00	0,58	3,82	7,93	0,91
L30-4	9,42	7,88	37,20	0,00	0,58	3,82	9,30	0,85
L30-5	11,78	9,10	37,20	0,00	0,58	3,82	10,67	0,85
L30-6	14,13	9,21	37,20	0,00	0,58	3,82	12,03	0,77
WP 48	9,24	10,20	38,30	0,00	0,59	3,86	9,35	1,09
D5	7,94	7,46	38,61	0,00	0,60	3,87	8,61	0,87
D6	9,43	8,41	38,61	0,00	0,60	3,87	9,50	0,89
D3	4,76	5,32	39,37	0,00	0,61	3,89	6,78	0,79
D4	6,34	7,05	39,37	0,00	0,61	3,89	7,74	0,91
A3	5,05	7,93	40,13	0,00	0,62	3,91	7,02	1,13
2T10	4,71	8,18	40,20	0,00	0,62	3,91	6,82	1,20
4T10	9,42	10,17	40,20	0,00	0,62	3,91	9,72	1,05
6T10	14,13	12,92	40,20	0,00	0,62	3,91	12,63	1,02
E4	5,74	7,17	40,40	0,00	0,62	3,92	7,47	0,96
A4	6,73	9,79	40,54	0,00	0,62	3,92	8,10	1,21
A6	10,59	12,13	40,68	0,00	0,62	3,93	10,52	1,15
D3	5,10	6,96	40,75	0,00	0,62	3,93	7,11	0,98
D4	6,79	6,91	40,75	0,00	0,62	3,93	8,16	0,85
A6A	10,59	12,82	41,16	0,00	0,63	3,94	10,60	1,21
A7	13,29	13,38	41,16	0,00	0,63	3,94	12,29	1,09
C3	4,60	2,95	41,23	0,00	0,63	3,94	6,84	0,43
C4	6,26	4,14	41,23	0,00	0,63	3,94	7,88	0,52
G3	5,05	2,65	41,23	0,00	0,63	3,94	7,12	0,37
G4	6,51	3,45	41,23	0,00	0,63	3,94	8,04	0,43

Espécime	ρ^*f_{yi} (MPa)	τ_c , test (MPa)	f_c (MPa)	τ_n (MPa)	μ	c (MPa)	τ_c , calc (MPa)	$\frac{\tau_c, test}{\tau_c, calc}$
D1	1,57	2,55	41,34	0,00	0,63	3,95	4,94	0,52
D2	3,17	4,61	41,34	0,00	0,63	3,95	5,95	0,77
A1	1,57	5,24	41,51	0,00	0,63	3,95	4,94	1,06
A2	3,13	5,52	41,51	0,00	0,63	3,95	5,93	0,93
B5	8,70	10,82	41,64	0,00	0,63	3,96	9,47	1,14
B6	10,87	11,72	41,64	0,00	0,63	3,96	10,85	1,08
B3	4,66	7,27	41,75	0,00	0,64	3,96	6,92	1,05
B4	6,53	8,80	41,75	0,00	0,64	3,96	8,11	1,09
D4A	6,55	6,85	41,95	0,00	0,64	3,96	8,14	0,84
A5	7,78	10,34	42,23	0,00	0,64	3,97	8,96	1,15
E6	10,00	8,62	42,23	0,00	0,64	3,97	10,38	0,83
E3	4,30	5,86	42,33	0,00	0,64	3,98	6,74	0,87
C5	8,00	5,38	42,51	0,00	0,64	3,98	9,14	0,59
C6	9,98	6,08	42,51	0,00	0,64	3,98	10,42	0,58
G5	8,38	4,04	42,51	0,00	0,64	3,98	9,38	0,43
G6	10,33	5,36	42,51	0,00	0,64	3,98	10,64	0,50
33	5,15	10,10	42,67	0,00	0,65	3,99	7,32	1,38
C1	1,54	1,45	42,68	0,00	0,65	3,99	4,98	0,29
C2	3,09	2,48	42,68	0,00	0,65	3,99	5,98	0,41
G1	1,54	1,10	42,68	0,00	0,65	3,99	4,98	0,22
G2	3,36	1,82	42,68	0,00	0,65	3,99	6,16	0,30
D5	8,16	6,85	42,75	0,00	0,65	3,99	9,27	0,74
D6	10,70	8,62	42,75	0,00	0,65	3,99	10,92	0,79
24	7,73	11,21	42,84	0,00	0,65	3,99	9,00	1,25
D1	1,55	4,07	43,06	0,00	0,65	4,00	5,01	0,81
D2	3,11	6,34	43,06	0,00	0,65	4,00	6,02	1,05
D5A	8,35	8,34	43,33	0,00	0,65	4,01	9,47	0,88
71	6,16	12,44	43,34	0,00	0,65	4,01	8,04	1,55
18	7,73	12,30	43,60	0,00	0,66	4,01	9,10	1,35
B1	1,56	3,36	43,64	0,00	0,66	4,01	5,04	0,67
B2	3,07	4,83	43,64	0,00	0,66	4,01	6,03	0,80
25	7,73	12,10	43,66	0,00	0,66	4,01	9,10	1,33
WP 15	7,73	10,92	44,30	0,00	0,67	4,03	9,18	1,19
WP 16	7,73	10,93	44,30	0,00	0,67	4,03	9,18	1,19
E1	1,43	2,90	44,75	0,00	0,67	4,05	5,01	0,58
E2	2,87	4,90	45,64	0,00	0,68	4,07	6,03	0,81
E5	8,48	8,20	45,85	0,00	0,68	4,08	9,89	0,83
51	6,16	11,77	46,15	0,00	0,69	4,09	8,33	1,41
23	5,15	10,17	46,31	0,00	0,69	4,09	7,65	1,33
3	6,16	14,85	46,36	0,00	0,69	4,09	8,35	1,78
4	5,15	13,52	46,42	0,00	0,69	4,10	7,66	1,77

Espécime	ρ^*f_{yi} (MPa)	τ_c , test (MPa)	f_c (MPa)	τ_n (MPa)	μ	c (MPa)	τ_c , calc (MPa)	$\frac{\tau_c, test}{\tau_c, calc}$
2	5,15	11,15	46,55	0,00	0,69	4,10	7,67	1,45
6	6,16	10,27	46,55	0,00	0,69	4,10	8,37	1,23
SF-4-1-C	1,76	4,02	46,92	0,00	0,70	4,11	5,34	0,75
SF-4-2-C	3,52	6,40	46,92	0,00	0,70	4,11	6,57	0,97
SF-4-3-C	5,27	8,18	46,92	0,00	0,70	4,11	7,79	1,05
WP 230208	2,43	6,72	47,68	0,00	0,71	4,13	5,85	1,15
WP 230408	4,87	10,83	47,68	0,00	0,71	4,13	7,57	1,43
WP 230608	7,29	12,56	47,68	0,00	0,71	4,13	9,28	1,35
WP 230808	9,72	14,19	47,68	0,00	0,71	4,13	11,00	1,29
7	7,73	14,77	48,61	0,00	0,72	4,16	9,71	1,52
42	7,73	12,48	48,70	0,00	0,72	4,16	9,72	1,28
N-PO-2-4,79	4,79	6,38	50,27	0,00	0,74	4,21	7,74	0,82
N-PO-2-7,64	7,64	7,52	50,27	0,00	0,74	4,21	9,85	0,76
N-PO-2-10,20	10,20	7,80	50,27	0,00	0,74	4,21	11,74	0,66
N-PO-2-12,71	12,71	8,89	50,27	0,00	0,74	4,21	13,59	0,65
12	12,32	18,45	52,10	0,00	0,76	4,26	13,62	1,35
10	7,73	13,14	52,17	0,00	0,76	4,27	10,15	1,30
11	7,73	12,80	52,17	0,00	0,76	4,27	10,15	1,26
N-PO-1-4,79	4,79	5,84	52,22	0,00	0,76	4,27	7,91	0,74
N-PO-1-7,64	7,64	8,50	52,22	0,00	0,76	4,27	10,08	0,84
N-PO-1-10,20	10,20	10,13	52,22	0,00	0,76	4,27	12,03	0,84
N-PO-1-12,71	12,71	7,54	52,22	0,00	0,76	4,27	13,94	0,54

Média = 0,97752

Desvio Padrão = 0,27208

Conjunto de intervalos D, polo 3:

Espécime	ρ^*f_{yi} (MPa)	τ_c , test (MPa)	f_c (MPa)	τ_n (MPa)	μ	c (MPa)	τ_c , calc (MPa)	$\frac{\tau_c, test}{\tau_c, calc}$
C3	4,63	3,62	13,79	0,00	0,30	3,17	4,53	0,80
C4	6,35	3,86	14,13	0,00	0,30	3,17	5,07	0,76
C1	1,50	2,51	16,07	0,00	0,33	3,21	3,70	0,68
C2	3,25	3,54	16,07	0,00	0,33	3,21	4,27	0,83
C5	8,13	4,41	16,07	0,00	0,33	3,21	5,85	0,75
C6	9,03	5,10	16,07	0,00	0,33	3,21	6,15	0,83
M 5.3	4,62	5,58	16,44	0,00	0,33	3,21	4,74	1,18
M 5.1	1,54	3,52	16,89	0,00	0,34	3,22	3,74	0,94
WP 240208	2,43	4,65	16,91	0,00	0,34	3,22	4,04	1,15
WP 240408	4,86	6,04	16,91	0,00	0,34	3,22	4,86	1,24
WP 240608	7,29	6,55	16,91	0,00	0,34	3,22	5,68	1,15
WP 240808	9,72	6,29	16,91	0,00	0,34	3,22	6,50	0,97
M 5.4	6,16	5,48	17,79	0,00	0,35	3,24	5,38	1,02
M 5.2	3,08	4,83	18,06	0,00	0,35	3,24	4,32	1,12
M 5.5	7,72	6,96	18,06	0,00	0,35	3,24	5,96	1,17
M 2.1	1,54	4,07	21,37	0,00	0,40	3,30	3,91	1,04
M 2.2	3,08	4,69	21,37	0,00	0,40	3,30	4,52	1,04
M 3.3	3,08	4,69	21,37	0,00	0,40	3,30	4,52	1,04
WP 210808h	9,72	7,97	21,42	0,00	0,40	3,30	7,16	1,11
FC	7,07	4,87	22,00	0,00	0,41	3,31	6,18	0,79
B2	3,09	4,50	23,17	0,00	0,42	3,33	4,63	0,97
M 4.5	10,03	9,10	23,37	0,00	0,42	3,33	7,58	1,20
WP 110208g	2,43	5,08	24,99	0,00	0,45	3,36	4,44	1,14
WP 110808h	9,72	8,39	24,99	0,00	0,45	3,36	7,69	1,09
WP 110808hg	9,72	8,58	24,99	0,00	0,45	3,36	7,69	1,12
WP 120208	2,43	5,33	25,08	0,00	0,45	3,37	4,45	1,20
WP 120408	4,86	6,53	25,08	0,00	0,45	3,37	5,54	1,18
WP 120608	7,29	6,78	25,08	0,00	0,45	3,37	6,62	1,02
WP 120808	9,72	7,31	25,08	0,00	0,45	3,37	7,70	0,95
WP 120706	5,58	6,92	25,08	0,00	0,45	3,37	5,86	1,18
WP 120216	10,12	6,53	25,08	0,00	0,45	3,37	7,88	0,83
B1	1,50	3,10	25,79	0,00	0,46	3,38	4,06	0,76
WP 110208	2,43	5,50	26,10	0,00	0,46	3,38	4,50	1,22
WP 110408	4,86	6,44	26,10	0,00	0,46	3,38	5,62	1,15
WP 110608	7,29	7,39	26,10	0,00	0,46	3,38	6,74	1,10
E4C	3,65	4,64	26,34	-1,38	0,46	3,39	4,44	1,05
E1C	3,74	6,07	26,58	0,00	0,47	3,39	5,14	1,18
H2	3,14	4,27	26,75	0,00	0,47	3,39	4,87	0,88
F4C	5,56	5,78	26,82	-1,38	0,47	3,40	5,36	1,08

Espécime	ρ^*f_{yi} (MPa)	τ_c , test (MPa)	f_c (MPa)	τ_n (MPa)	μ	c (MPa)	τ_c , calc (MPa)	$\frac{\tau_c, test}{\tau_c, calc}$
M 2.3	4,62	5,79	26,89	0,00	0,47	3,40	5,57	1,04
M 2.4	6,16	6,89	26,89	0,00	0,47	3,40	6,30	1,10
N2	3,20	5,38	26,89	0,00	0,47	3,40	4,90	1,10
WP 110706	5,58	7,19	26,94	0,00	0,47	3,40	6,03	1,19
B3	4,63	5,79	26,96	0,00	0,47	3,40	5,58	1,04
N5	7,72	8,10	27,13	0,00	0,47	3,40	7,06	1,15
B5	7,66	6,89	27,14	0,00	0,47	3,40	7,03	0,98
H5	7,66	6,83	27,24	0,00	0,48	3,40	7,05	0,97
E3C	3,81	4,92	27,30	-1,12	0,48	3,40	4,68	1,05
F2A	3,09	4,27	27,37	0,00	0,48	3,41	4,88	0,88
F3A	4,67	4,84	27,37	0,00	0,48	3,41	5,64	0,86
E6C	3,67	2,54	27,48	-2,76	0,48	3,41	3,85	0,66
N3	4,76	6,62	27,55	0,00	0,48	3,41	5,69	1,16
M 3.2	1,54	3,59	27,65	0,00	0,48	3,41	4,15	0,86
E5C	3,78	3,63	27,72	-2,07	0,48	3,41	4,24	0,86
F2	3,17	3,65	27,79	0,00	0,48	3,41	4,94	0,74
M 3.1	0,34	1,65	27,85	0,00	0,48	3,41	3,58	0,46
M 3.4	5,10	7,09	27,85	0,00	0,48	3,41	5,88	1,21
M 3.5	7,17	7,94	27,85	0,00	0,48	3,41	6,88	1,15
F4	6,18	6,00	27,86	0,00	0,48	3,41	6,40	0,94
F6	9,68	6,77	27,92	0,00	0,48	3,42	8,11	0,84
F3	4,76	5,06	28,03	0,00	0,49	3,42	5,73	0,88
M 4.1	2,02	4,85	28,06	0,00	0,49	3,42	4,40	1,10
M 4.2	4,02	6,76	28,06	0,00	0,49	3,42	5,37	1,26
H6	9,07	7,18	28,13	0,00	0,49	3,42	7,84	0,92
B4	5,96	6,48	28,27	0,00	0,49	3,42	6,34	1,02
H3	4,72	5,97	28,27	0,00	0,49	3,42	5,73	1,04
F5	7,86	6,34	28,37	0,00	0,49	3,42	7,28	0,87
N6	7,72	8,20	28,41	0,00	0,49	3,42	7,22	1,14
H1	1,51	2,76	28,58	0,00	0,49	3,43	4,17	0,66
F1	1,61	3,10	28,61	0,00	0,49	3,43	4,22	0,73
N4	6,18	7,93	28,61	0,00	0,49	3,43	6,48	1,22
F6C	5,60	5,54	28,61	-2,76	0,49	3,43	4,83	1,15
N1	1,54	3,17	28,82	0,00	0,50	3,43	4,20	0,76
M 2.5	7,72	8,96	28,82	0,00	0,50	3,43	7,27	1,23
M 2.6	9,24	9,55	28,82	0,00	0,50	3,43	8,02	1,19
E2C	3,76	6,41	29,10	-0,69	0,50	3,44	4,97	1,29
F1C	5,43	6,81	29,10	0,00	0,50	3,44	6,15	1,11
B6	9,43	7,96	29,30	0,00	0,50	3,44	8,18	0,97
M 4.3	6,03	8,14	29,92	0,00	0,51	3,45	6,53	1,25
M 4.4	8,03	9,65	29,92	0,00	0,51	3,45	7,56	1,28

Espécime	ρ^*f_{yi} (MPa)	τ_c , test (MPa)	f_c (MPa)	τ_n (MPa)	μ	c (MPa)	τ_c , calc (MPa)	$\frac{\tau_c, test}{\tau_c, calc}$
LWAFc	7,07	5,14	30,00	0,00	0,51	3,45	7,07	0,73
H4	6,29	6,48	30,48	0,00	0,52	3,46	6,72	0,96
WP 110208t	2,43	5,08	30,52	0,00	0,52	3,46	4,72	1,08
L-PO-1-4,79	4,79	4,20	30,88	0,00	0,52	3,47	5,98	0,70
L-PO-1-7,64	7,64	4,27	30,88	0,00	0,52	3,47	7,47	0,57
L-PO-1-10,20	10,20	5,56	30,88	0,00	0,52	3,47	8,81	0,63
L-PO-1-12,71	12,71	5,70	30,88	0,00	0,52	3,47	10,13	0,56
WP 210204	1,06	3,22	31,11	0,00	0,53	3,47	4,03	0,80
WP 210608	7,29	9,72	31,11	0,00	0,53	3,47	7,31	1,33
WP 210216	10,12	9,25	31,11	0,00	0,53	3,47	8,81	1,05
WP 210316	15,17	10,11	31,11	0,00	0,53	3,47	11,47	0,88
WP 250208	2,43	6,83	32,47	0,00	0,55	3,50	4,82	1,42
WP 250408	4,86	8,69	32,47	0,00	0,55	3,50	6,15	1,41
WP 250608	7,29	9,65	32,47	0,00	0,55	3,50	7,47	1,29
WP 250808	9,72	9,94	32,47	0,00	0,55	3,50	8,80	1,13
L20-3	7,07	5,97	33,00	0,00	0,55	3,51	7,41	0,81
L30-2	4,71	7,67	37,20	0,00	0,61	3,58	6,45	1,19
L30-3	7,07	7,22	37,20	0,00	0,61	3,58	7,88	0,92
L30-4	9,42	7,88	37,20	0,00	0,61	3,58	9,32	0,85
L30-5	11,78	9,10	37,20	0,00	0,61	3,58	10,75	0,85
L30-6	14,13	9,21	37,20	0,00	0,61	3,58	12,18	0,76
WP 48	9,24	10,20	38,30	0,00	0,62	3,60	9,36	1,09
D5	7,94	7,46	38,61	0,00	0,63	3,60	8,59	0,87
D6	9,43	8,41	38,61	0,00	0,63	3,60	9,53	0,88
D3	4,76	5,32	39,37	0,00	0,64	3,62	6,65	0,80
D4	6,34	7,05	39,37	0,00	0,64	3,62	7,66	0,92
A3	5,05	7,93	40,13	0,00	0,65	3,63	6,90	1,15
2T10	4,71	8,18	40,20	0,00	0,65	3,63	6,69	1,22
4T10	9,42	10,17	40,20	0,00	0,65	3,63	9,75	1,04
6T10	14,13	12,92	40,20	0,00	0,65	3,63	12,80	1,01
E4	5,74	7,17	40,40	0,00	0,65	3,64	7,38	0,97
A4	6,73	9,79	40,54	0,00	0,65	3,64	8,04	1,22
A6	10,59	12,13	40,68	0,00	0,66	3,64	10,58	1,15
D3	5,10	6,96	40,75	0,00	0,66	3,64	6,99	1,00
D4	6,79	6,91	40,75	0,00	0,66	3,64	8,10	0,85
A6A	10,59	12,82	41,16	0,00	0,66	3,65	10,66	1,20
A7	13,29	13,38	41,16	0,00	0,66	3,65	12,45	1,07
C3	4,60	2,95	41,23	0,00	0,66	3,65	6,70	0,44
C4	6,26	4,14	41,23	0,00	0,66	3,65	7,80	0,53
G3	5,05	2,65	41,23	0,00	0,66	3,65	7,00	0,38
G4	6,51	3,45	41,23	0,00	0,66	3,65	7,97	0,43

Espécime	ρ^*f_{yi} (MPa)	τ_c , test (MPa)	f_c (MPa)	τ_n (MPa)	μ	c (MPa)	τ_c , calc (MPa)	$\frac{\tau_c, test}{\tau_c, calc}$
D1	1,57	2,55	41,34	0,00	0,66	3,65	4,70	0,54
D2	3,17	4,61	41,34	0,00	0,66	3,65	5,76	0,80
A1	1,57	5,24	41,51	0,00	0,67	3,66	4,70	1,12
A2	3,13	5,52	41,51	0,00	0,67	3,66	5,74	0,96
B5	8,70	10,82	41,64	0,00	0,67	3,66	9,47	1,14
B6	10,87	11,72	41,64	0,00	0,67	3,66	10,92	1,07
B3	4,66	7,27	41,75	0,00	0,67	3,66	6,78	1,07
B4	6,53	8,80	41,75	0,00	0,67	3,66	8,03	1,10
D4A	6,55	6,85	41,95	0,00	0,67	3,66	8,07	0,85
A5	7,78	10,34	42,23	0,00	0,68	3,67	8,93	1,16
E6	10,00	8,62	42,23	0,00	0,68	3,67	10,43	0,83
E3	4,30	5,86	42,33	0,00	0,68	3,67	6,59	0,89
C5	8,00	5,38	42,51	0,00	0,68	3,67	9,11	0,59
C6	9,98	6,08	42,51	0,00	0,68	3,67	10,46	0,58
G5	8,38	4,04	42,51	0,00	0,68	3,67	9,37	0,43
G6	10,33	5,36	42,51	0,00	0,68	3,67	10,70	0,50
33	5,15	10,10	42,67	0,00	0,68	3,68	7,19	1,40
C1	1,54	1,45	42,68	0,00	0,68	3,68	4,73	0,31
C2	3,09	2,48	42,68	0,00	0,68	3,68	5,78	0,43
G1	1,54	1,10	42,68	0,00	0,68	3,68	4,73	0,23
G2	3,36	1,82	42,68	0,00	0,68	3,68	5,97	0,30
D5	8,16	6,85	42,75	0,00	0,68	3,68	9,26	0,74
D6	10,70	8,62	42,75	0,00	0,68	3,68	10,99	0,78
24	7,73	11,21	42,84	0,00	0,68	3,68	8,97	1,25
D1	1,55	4,07	43,06	0,00	0,69	3,68	4,75	0,86
D2	3,11	6,34	43,06	0,00	0,69	3,68	5,82	1,09
D5A	8,35	8,34	43,33	0,00	0,69	3,69	9,46	0,88
71	6,16	12,44	43,34	0,00	0,69	3,69	7,94	1,57
18	7,73	12,30	43,60	0,00	0,69	3,69	9,06	1,36
B1	1,56	3,36	43,64	0,00	0,70	3,69	4,78	0,70
B2	3,07	4,83	43,64	0,00	0,70	3,69	5,83	0,83
25	7,73	12,10	43,66	0,00	0,70	3,69	9,07	1,33
WP 15	7,73	10,92	44,30	0,00	0,70	3,71	9,15	1,19
WP 16	7,73	10,93	44,30	0,00	0,70	3,71	9,15	1,19
E1	1,43	2,90	44,75	0,00	0,71	3,71	4,73	0,61
E2	2,87	4,90	45,64	0,00	0,72	3,73	5,80	0,84
E5	8,48	8,20	45,85	0,00	0,72	3,73	9,88	0,83
51	6,16	11,77	46,15	0,00	0,73	3,74	8,23	1,43
23	5,15	10,17	46,31	0,00	0,73	3,74	7,51	1,36
3	6,16	14,85	46,36	0,00	0,73	3,74	8,25	1,80
4	5,15	13,52	46,42	0,00	0,73	3,74	7,51	1,80

Espécime	ρ^*f_{yi} (MPa)	τ_c , test (MPa)	f_c (MPa)	τ_n (MPa)	μ	c (MPa)	τ_c , calc (MPa)	$\frac{\tau_c, test}{\tau_c, calc}$
2	5,15	11,15	46,55	0,00	0,73	3,75	7,53	1,48
6	6,16	10,27	46,55	0,00	0,73	3,75	8,27	1,24
SF-4-1-C	1,76	4,02	46,92	0,00	0,74	3,75	5,05	0,80
SF-4-2-C	3,52	6,40	46,92	0,00	0,74	3,75	6,35	1,01
SF-4-3-C	5,27	8,18	46,92	0,00	0,74	3,75	7,65	1,07
WP 230208	2,43	6,72	47,68	0,00	0,75	3,77	5,58	1,20
WP 230408	4,87	10,83	47,68	0,00	0,75	3,77	7,41	1,46
WP 230608	7,29	12,56	47,68	0,00	0,75	3,77	9,23	1,36
WP 230808	9,72	14,19	47,68	0,00	0,75	3,77	11,05	1,28
7	7,73	14,77	48,61	0,00	0,76	3,78	9,67	1,53
42	7,73	12,48	48,70	0,00	0,76	3,78	9,68	1,29
N-PO-2-4,79	4,79	6,38	50,27	0,00	0,78	3,81	7,57	0,84
N-PO-2-7,64	7,64	7,52	50,27	0,00	0,78	3,81	9,80	0,77
N-PO-2-10,20	10,20	7,80	50,27	0,00	0,78	3,81	11,81	0,66
N-PO-2-12,71	12,71	8,89	50,27	0,00	0,78	3,81	13,78	0,65
12	12,32	18,45	52,10	0,00	0,81	3,84	13,80	1,34
10	7,73	13,14	52,17	0,00	0,81	3,84	10,10	1,30
11	7,73	12,80	52,17	0,00	0,81	3,84	10,10	1,27
N-PO-1-4,79	4,79	5,84	52,22	0,00	0,81	3,85	7,73	0,76
N-PO-1-7,64	7,64	8,50	52,22	0,00	0,81	3,85	10,04	0,85
N-PO-1-10,20	10,20	10,13	52,22	0,00	0,81	3,85	12,11	0,84
N-PO-1-12,71	12,71	7,54	52,22	0,00	0,81	3,85	14,14	0,53

Média = 0,98700

Desvio Padrão = 0,27363

APÊNDICE D

Conjunto de intervalos E:

Espécime	ρ^*f_{yi} (MPa)	τ_c , test (MPa)	f_c (MPa)	μ	c (MPa)	τ_c , calc (MPa)	$\frac{\tau_c, test}{\tau_c, calc}$
L60-2	4,71	7,60	53,60	0,65	2,10	5,16	1,47
L60-3	7,07	7,60	53,60	0,65	2,10	6,69	1,14
L60-4	9,42	9,00	53,60	0,65	2,10	8,22	1,09
L60-5	11,78	10,10	53,60	0,65	2,10	9,76	1,04
L60-6	14,13	11,66	53,60	0,65	2,10	11,28	1,03
9	7,73	14,04	55,46	0,81	1,91	8,16	1,72
L80-3	7,07	11,74	57,00	0,94	1,75	8,39	1,40
LWC1-3	1,94	2,85	57,20	0,96	1,73	3,58	0,79
LWC1-6	4,47	5,01	57,20	0,96	1,73	6,00	0,84
LWC1-1	1,94	1,98	58,10	1,03	1,64	3,64	0,54
LWC1-4	4,47	5,25	58,10	1,03	1,64	6,25	0,84
LWC1-2	1,94	2,52	58,70	1,08	1,58	3,68	0,68
LWC1-5	4,53	4,69	58,70	1,08	1,58	6,49	0,72
29	5,15	10,60	59,04	1,11	1,54	7,27	1,46
26	7,73	13,50	60,09	1,20	1,44	10,73	1,26
LWC2-3	1,93	2,06	60,20	1,21	1,42	3,76	0,55
LWC2-6	4,50	4,69	60,20	1,21	1,42	6,87	0,68
LWC2-2	1,93	2,31	60,40	1,23	1,40	3,77	0,61
LWC2-5	4,50	4,77	60,40	1,23	1,40	6,92	0,69
41	7,73	14,27	60,93	1,27	1,35	11,19	1,28
17	5,15	12,09	63,05	1,45	1,13	8,62	1,40
19	5,15	10,76	63,05	1,45	1,13	8,62	1,25
22	7,73	15,67	63,60	1,50	1,08	12,67	1,24
23	7,73	15,04	63,60	1,50	1,08	12,67	1,19
40	7,73	15,99	63,83	1,52	1,05	12,80	1,25
LWC2-1	1,93	3,37	63,90	1,53	1,05	3,99	0,84
LWC2-4	4,47	5,10	63,90	1,53	1,05	7,86	0,65
62	6,16	12,66	64,04	1,54	1,03	10,50	1,21
13	5,15	11,71	65,07	1,62	0,93	9,30	1,26
14	5,15	12,25	65,11	1,63	0,92	9,31	1,32
24	12,32	22,04	67,69	1,85	0,66	23,43	0,94
16	6,16	12,23	68,13	1,89	0,61	12,22	1,00
20	7,73	16,35	68,13	1,89	0,61	15,19	1,08
21	7,73	16,08	68,13	1,89	0,61	15,19	1,06
15	6,16	16,44	68,27	1,90	0,60	12,28	1,34
2T10	4,71	7,50	69,00	1,96	0,53	9,75	0,77
3T10	7,07	11,50	69,00	1,96	0,53	14,38	0,80

Espécime	$\rho \cdot f_{yi}$ (MPa)	τ_c , test (MPa)	f_c (MPa)	μ	c (MPa)	τ_c , calc (MPa)	$\frac{\tau_c, test}{\tau_c, calc}$
4T10	9,42	14,03	69,00	1,96	0,53	18,98	0,74
LWC3-1	2,61	4,61	71,10	2,14	0,31	5,88	0,78
LWC3-4	4,36	6,00	71,10	2,14	0,31	9,63	0,62

Média = 1,01404
Desvio Padrão = 0,30048

Intervalo F:

Espécime	$\rho \cdot f_{yi}$ (MPa)	τ_c , test (MPa)	f_c (MPa)	μ	c (MPa)	τ_c , calc (MPa)	$\frac{\tau_c, test}{\tau_c, calc}$
4R8	2,67	6,73	73,20	0,95	3,00	5,54	1,21
LWC3-2	2,61	3,78	75,20	0,95	3,00	5,48	0,69
LWC3-5	4,41	6,00	75,20	0,95	3,00	7,19	0,83
LWC3-3	2,61	4,03	76,00	0,95	3,00	5,48	0,74
LWC3-6	4,39	6,16	76,00	0,95	3,00	7,17	0,86
SF-7-1-C	2,10	4,79	80,91	0,95	3,00	5,00	0,96
SF-10-1-C-a	2,10	2,96	83,11	0,95	3,00	5,00	0,59
2R8	1,34	5,17	84,90	0,95	3,00	4,28	1,21
4R8	2,67	7,32	84,90	0,95	3,00	5,54	1,32
5R8	3,36	8,21	84,90	0,95	3,00	6,19	1,33
6R8	4,02	9,17	84,90	0,95	3,00	6,82	1,34
SF-7-2-C	4,20	5,94	85,57	0,95	3,00	6,99	0,85
SF-7-4-C	8,39	7,21	85,99	0,95	3,00	10,97	0,66
2T10	4,71	7,78	87,00	0,95	3,00	7,48	1,04
3T10	7,07	12,36	87,00	0,95	3,00	9,72	1,27
4T10	9,42	14,17	87,00	0,95	3,00	11,95	1,19
SF-7-3-C	6,30	8,22	90,35	0,95	3,00	8,99	0,91
4R8	2,67	7,97	95,20	0,95	3,00	5,54	1,44
SF-10-3-C-b	6,30	7,28	96,01	0,95	3,00	8,99	0,81
SF-10-1-C-b	2,10	3,45	98,78	0,95	3,00	5,00	0,69
10	3,33	6,30	99,36	0,95	3,00	6,17	1,02
11	6,67	11,20	99,36	0,95	3,00	9,33	1,20
12	10,00	15,00	99,36	0,95	3,00	12,50	1,20
13	13,27	18,10	99,36	0,95	3,00	15,60	1,16
14	7,49	11,00	99,36	0,95	3,00	10,12	1,09
15	14,93	17,60	99,36	0,95	3,00	17,19	1,02
SF-10-2-C-a	4,20	5,83	101,19	0,95	3,00	6,99	0,83
SF-10-2-C-b	4,20	5,53	102,07	0,95	3,00	6,99	0,79
SF-14-3-C	6,30	6,38	106,13	0,95	3,00	8,99	0,71
2R8	1,34	6,01	106,40	0,95	3,00	4,28	1,41
4R8	2,67	8,43	106,40	0,95	3,00	5,54	1,52
5R8	3,36	9,24	106,40	0,95	3,00	6,19	1,49
6R8	4,02	9,96	106,40	0,95	3,00	6,82	1,46
SF-10-4-C-a	8,39	8,52	106,65	0,95	3,00	10,97	0,78
SF-14-2-C	4,20	4,62	106,84	0,95	3,00	6,99	0,66
SF-14-4-C	8,39	8,42	110,20	0,95	3,00	10,97	0,77
SF-14-1-C	2,10	2,86	110,42	0,95	3,00	5,00	0,57
SF-10-3-C-a	6,30	7,43	111,49	0,95	3,00	8,99	0,83
SF-10-4-C-b	8,39	8,76	113,60	0,95	3,00	10,97	0,80

Média = 1,00650

Desvio Padrão = 0,28152

APÊNDICE E

Dados para formulação AC-modelo1 +BT:

Espécime		MODELO A-C PROPOSTO							MODELO B-T LAYNARA		A-C	B-T		MODELO PONDERADO	
	τc, test (MPa)	ρ*fyi (MPa)	τn (MPa)	Formulação ≤ 53 MPa		Formulação > 53 MPa		τc, calc AC (MPa)	Vc (N)	τc, calc BT (MPa)	τc, teste/ τc, calc	τc, teste/ τc, calc	a/d	τc, calc (MPa)	τc, teste τc, calc
				μ1	c1 (MPa)	μ2	c2 (MPa)								
KR-1	4,27	1,19	0,00	0,77	2,76	0,67	4,00	3,67	212,07	2,04	1,16	2,10	0,14	3,10	1,38
KR-2	7,52	1,23	0,00	1,19	3,68	0,90	3,78	5,14	515,25	4,95	1,46	1,52	0,14	4,50	1,67
KR-3	3,88	1,00	0,00	0,78	2,77	0,67	4,00	3,54	216,49	1,73	1,10	2,24	0,11	3,06	1,27
KR-4	5,36	2,79	0,00	0,73	2,66	0,64	4,03	4,68	192,75	2,32	1,14	2,31	0,17	3,77	1,42
KR-5	5,85	2,24	0,00	0,78	2,78	0,67	4,00	4,53	215,25	2,08	1,29	2,82	0,14	3,79	1,55
KR-6	4,92	2,01	0,00	0,81	2,83	0,69	3,98	4,45	225,48	1,81	1,11	2,71	0,11	3,82	1,29
KR-7	7,52	5,54	0,00	0,68	2,55	0,62	4,05	6,33	178,48	2,15	1,19	3,50	0,17	4,99	1,51
KR-8	7,52	4,71	0,00	0,84	2,91	0,71	3,97	6,87	233,93	2,26	1,09	3,33	0,14	5,68	1,32
KR-9	11,38	4,62	0,00	1,25	3,81	0,93	3,75	9,57	594,66	5,73	1,19	1,98	0,14	8,10	1,40
KR-10	6,19	4,02	0,00	0,95	3,14	0,76	3,91	6,95	271,56	2,19	0,89	2,83	0,11	5,92	1,05
KR-11	6,58	4,08	0,00	0,79	2,80	0,68	3,99	6,04	377,92	3,03	1,09	2,17	0,33	4,02	1,64
KR-12	3,75	1,09	0,00	0,85	2,93	0,71	3,96	3,86	197,72	2,37	0,97	1,58	0,37	2,58	1,45
KR-13	4,10	0,88	0,00	0,91	3,07	0,75	3,93	3,87	235,79	2,26	1,06	1,81	0,30	2,75	1,49
KR-14	2,99	0,74	0,00	0,90	3,05	0,74	3,93	3,72	242,45	1,94	0,81	1,54	0,25	2,74	1,09
KR-15	3,83	1,59	0,00	0,90	3,03	0,74	3,94	4,46	216,73	2,60	0,86	1,48	0,37	2,94	1,30
KR-16	4,18	1,59	0,00	0,71	2,62	0,63	4,04	3,74	255,19	3,06	1,12	1,37	0,37	2,71	1,54
KR-17	4,55	3,17	0,00	0,81	2,84	0,69	3,98	5,40	192,26	2,30	0,84	1,97	0,37	3,33	1,37
KR-18	4,31	1,56	0,00	0,85	2,92	0,71	3,96	4,24	202,75	2,43	1,02	1,77	0,37	2,79	1,54
KR-19	3,94	1,13	0,00	0,77	2,76	0,67	4,00	3,63	194,75	1,87	1,09	2,11	0,30	2,53	1,56
KR-20	3,67	2,51	0,00	0,73	2,67	0,65	4,02	4,50	182,81	1,76	0,82	2,09	0,30	3,02	1,22

Espécime		MODELO A-C PROPOSTO							MODELO B-T LAYNARA		A-C	B-T		MODELO PONDERADO	
	τc, test (MPa)	ρ*fyi (MPa)	τn (MPa)	Formulação ≤ 53 MPa		Formulação > 53 MPa		τc, calc AC (MPa)	Vc (N)	τc, calc BT (MPa)	τc, teste/ τc, calc	τc, teste/ τc, calc	a/d	τc, calc (MPa)	τc, teste/ τc, calc
				μ1	c1 (MPa)	μ2	c2 (MPa)								
KR-21	3,39	0,95	0,00	0,80	2,81	0,68	3,99	3,57	209,14	1,68	0,95	2,02	0,25	2,60	1,30
KR-22	3,74	2,11	0,00	0,76	2,74	0,67	4,01	4,36	199,85	1,60	0,86	2,33	0,25	3,11	1,20
KR-23	3,15	0,99	0,00	0,80	2,82	0,68	3,99	3,61	210,69	1,69	0,87	1,87	0,25	2,63	1,20
KR-24	4,76	3,03	0,00	0,85	2,94	0,71	3,96	5,52	204,49	2,46	0,86	1,93	0,37	3,43	1,39
KR-25	6,96	2,99	0,00	1,23	3,77	0,92	3,75	7,45	308,48	3,72	0,93	1,87	0,37	4,74	1,47
KR-26	5,92	3,41	0,00	0,86	2,95	0,72	3,96	5,88	205,89	2,48	1,01	2,39	0,37	3,61	1,64
KR-27	4,93	2,45	0,00	0,87	2,96	0,72	3,95	5,08	222,15	2,14	0,97	2,30	0,30	3,44	1,43
KR-28	4,47	2,02	0,00	0,92	3,08	0,75	3,92	4,94	246,89	1,99	0,90	2,25	0,25	3,54	1,26
KR-29	4,41	2,03	0,00	0,76	2,73	0,66	4,01	4,28	198,90	1,60	1,03	2,76	0,25	3,05	1,45
KR-30	5,82	3,11	0,00	0,86	2,94	0,71	3,96	5,60	218,86	2,12	1,04	2,74	0,30	3,73	1,56
KR-31	5,39	2,63	0,00	0,82	2,86	0,69	3,98	5,01	215,81	1,74	1,08	3,09	0,25	3,55	1,52
KR-32	5,03	2,57	0,00	0,88	2,99	0,73	3,95	5,26	234,37	1,89	0,96	2,66	0,25	3,73	1,35
KR-33	6,10	6,06	0,00	0,78	2,77	0,67	4,00	7,50	184,25	2,22	0,81	2,75	0,37	4,35	1,40
KR-34	6,61	6,83	0,00	0,82	2,87	0,70	3,98	8,49	196,12	2,36	0,78	2,80	0,37	4,88	1,35
KR-36	5,54	4,04	0,00	0,80	2,82	0,69	3,99	6,07	211,29	1,70	0,91	3,26	0,25	4,23	1,31
KR-37	5,58	4,64	0,00	0,77	2,75	0,67	4,00	6,32	201,23	1,62	0,88	3,44	0,25	4,38	1,27
KR-38	4,58	3,39	0,00	0,93	3,11	0,76	3,92	6,28	295,58	3,56	0,73	1,29	0,59	3,44	1,33
KR-39	4,65	3,50	0,00	0,90	3,03	0,74	3,94	6,17	282,81	3,41	0,75	1,36	0,59	3,34	1,39
KR-40	4,65	2,84	0,00	0,87	2,97	0,72	3,95	5,43	272,78	3,29	0,86	1,42	0,59	3,08	1,51
KR-41	4,18	2,85	0,00	0,85	2,92	0,71	3,96	5,33	264,56	3,19	0,78	1,31	0,59	3,00	1,39
KR-42	5,37	2,24	0,00	0,96	3,17	0,77	3,90	5,32	379,62	3,06	1,01	1,76	0,39	3,42	1,57
KR-43	4,30	1,95	0,00	0,83	2,89	0,70	3,97	4,52	323,93	2,61	0,95	1,65	0,39	2,91	1,48
KR-44	4,01	1,94	0,00	0,78	2,78	0,67	4,00	4,30	301,20	2,42	0,93	1,65	0,39	2,75	1,46
KR-45	6,43	6,47	0,00	0,86	2,95	0,72	3,96	8,51	269,13	3,24	0,76	1,98	0,59	3,87	1,66

Espécime		MODELO A-C PROPOSTO							MODELO B-T LAYNARA		A-C	B-T		MODELO PONDERADO	
	τc, test (MPa)	ρ*fyi (MPa)	τn (MPa)	Formulação ≤ 53 MPa		Formulação > 53 MPa		τc, calc AC (MPa)	Vc (N)	τc, calc BT (MPa)	τc, teste/ τc, calc	τc, teste/ τc, calc	a/d	τc, calc (MPa)	τc, teste/ τc, calc
				μ1	c1 (MPa)	μ2	c2 (MPa)								
KR-46	5,62	5,67	0,00	0,78	2,78	0,67	4,00	7,22	241,76	2,91	0,78	1,93	0,59	3,36	1,67
KR-47	5,60	5,69	0,00	0,82	2,86	0,70	3,98	7,53	255,44	3,08	0,74	1,82	0,59	3,53	1,59
KR-52	2,55	1,47	0,00	0,80	2,82	0,69	3,99	4,00	153,95	1,85	0,64	1,38	0,62	1,93	1,32
KR-53	2,90	1,47	0,00	1,22	3,75	0,91	3,76	5,54	178,99	2,15	0,52	1,35	0,62	2,46	1,18
KR-54	2,40	1,49	0,00	0,80	2,82	0,68	3,99	4,01	153,38	1,84	0,60	1,30	0,62	1,93	1,24
KR-57	3,00	1,05	0,00	0,83	2,89	0,70	3,97	3,77	197,35	1,58	0,80	1,90	0,41	2,19	1,37
KR-60	4,28	2,84	0,00	0,78	2,77	0,67	4,00	4,97	147,82	1,78	0,86	2,40	0,62	2,12	2,02
KR-61	4,02	3,48	0,00	0,83	2,88	0,70	3,97	5,76	159,06	1,92	0,70	2,10	0,62	2,38	1,69
KR-69	4,61	5,67	0,00	0,75	2,72	0,66	4,01	7,00	142,76	1,72	0,66	2,68	0,62	2,56	1,80
KR-70	4,29	6,82	0,00	0,81	2,84	0,69	3,98	8,37	155,13	1,87	0,51	2,29	0,62	2,96	1,45
KR-75	4,43	2,97	0,00	0,83	2,88	0,70	3,97	5,34	215,75	1,00	0,83	4,41	0,30	3,34	1,33
KR-76	5,17	3,06	0,00	0,83	2,87	0,70	3,97	5,40	214,99	1,00	0,96	5,17	0,30	3,37	1,53
KR-77	3,27	1,50	0,00	0,50	2,15	0,52	4,15	2,89	203,04	1,63	1,13	2,01	0,14	2,42	1,35
KR-78	3,77	2,84	0,00	0,50	2,15	0,52	4,15	3,55	202,93	1,63	1,06	2,31	0,15	2,94	1,28
KR-80	3,55	1,47	0,00	0,54	2,23	0,54	4,13	3,02	202,48	1,94	1,18	1,83	0,30	2,18	1,63
KR-81	4,64	2,89	0,00	0,56	2,29	0,55	4,12	3,90	213,08	2,05	1,19	2,26	0,30	2,72	1,70
KR-82	4,55	3,83	0,00	0,48	2,11	0,51	4,16	3,93	170,41	2,07	1,16	2,20	0,30	2,74	1,66
KR-83	2,74	1,51	0,00	0,51	2,18	0,53	4,14	2,96	154,16	1,85	0,93	1,49	0,53	1,77	1,55
KR-84	3,75	3,03	0,00	0,51	2,18	0,53	4,14	3,73	152,72	1,84	1,01	2,04	0,53	2,01	1,86
KR-85	3,42	3,78	0,00	0,49	2,13	0,52	4,15	3,99	144,30	1,75	0,86	1,95	0,53	2,05	1,67
KR-86	6,06	1,53	0,00	0,84	2,91	0,71	3,97	4,20	384,72	3,08	1,44	1,97	0,14	3,57	1,70
KR-87	5,55	2,84	0,00	0,79	2,80	0,68	3,99	5,04	357,80	2,88	1,10	1,93	0,15	4,21	1,32
KR-88	5,35	4,06	0,00	0,78	2,77	0,67	4,00	5,92	351,12	2,83	0,90	1,89	0,15	4,91	1,09
KR-89	4,70	1,51	0,00	0,81	2,84	0,69	3,98	4,07	332,65	3,19	1,16	1,47	0,30	3,06	1,54

Espécime		MODELO A-C PROPOSTO							MODELO B-T LAYNARA		A-C	B-T		MODELO PONDERADO	
	τc, test (MPa)	ρ*fyi (MPa)	τn (MPa)	Formulação ≤ 53 MPa		Formulação > 53 MPa		τc, calc AC (MPa)	Vc (N)	τc, calc BT (MPa)	τc, teste/ τc, calc	τc, teste/ τc, calc	a/d	τc, calc (MPa)	τc, teste/ τc, calc
				μ1	c1 (MPa)	μ2	c2 (MPa)								
KR-90	6,67	3,01	0,00	0,85	2,93	0,71	3,96	5,49	351,52	3,39	1,21	1,97	0,30	3,93	1,70
KR-91	6,64	3,96	0,00	0,82	2,86	0,70	3,98	6,11	329,07	3,99	1,09	1,66	0,30	4,42	1,50
KR-92	3,44	1,51	0,00	0,84	2,90	0,71	3,97	4,17	200,06	2,40	0,82	1,43	0,53	2,40	1,43
KR-93	4,83	3,04	0,00	0,81	2,83	0,69	3,98	5,28	264,84	3,19	0,91	1,51	0,53	3,10	1,56
KR-94	6,14	3,96	0,00	0,80	2,82	0,68	3,99	5,99	261,67	3,17	1,02	1,93	0,53	3,32	1,85
KR-95	6,77	1,50	0,00	1,21	3,73	0,91	3,76	5,55	581,08	4,65	1,22	1,45	0,14	4,77	1,42
KR-96	8,98	2,97	0,00	1,23	3,78	0,92	3,75	7,45	591,43	4,76	1,20	1,89	0,15	6,27	1,43
KR-97	7,67	3,78	0,00	1,23	3,78	0,92	3,75	8,45	591,43	4,76	0,91	1,61	0,15	7,06	1,09
KR-98	5,43	1,50	0,00	1,27	3,85	0,94	3,74	5,76	406,05	3,90	0,94	1,39	0,30	4,20	1,29
KR-99	7,93	3,01	0,00	1,26	3,83	0,93	3,74	7,62	545,34	5,26	1,04	1,51	0,30	5,58	1,42
KR-100	9,26	4,02	0,00	1,23	3,78	0,92	3,75	8,75	520,64	6,32	1,06	1,47	0,30	6,45	1,44
KR-101	4,16	1,53	0,00	1,22	3,76	0,91	3,76	5,63	213,56	2,56	0,74	1,63	0,53	2,95	1,41
KR-102	5,21	2,98	0,00	1,28	3,88	0,95	3,73	7,69	376,56	4,54	0,68	1,15	0,53	4,47	1,16
KR-103	6,37	4,02	0,00	1,26	3,84	0,94	3,74	8,92	436,76	5,30	0,71	1,20	0,53	5,19	1,23
KR-104	3,00	1,51	1,50	0,85	2,92	0,71	3,96	2,93	144,92	1,74	1,02	1,73	0,17	2,39	1,25
KR-105	2,65	1,20	1,33	0,79	2,78	0,68	4,00	2,68	151,81	1,46	0,99	1,82	0,14	2,26	1,17
KR-106	2,47	1,04	1,23	0,82	2,86	0,69	3,98	2,70	166,58	1,33	0,91	1,85	0,11	2,33	1,06
KR-107	4,29	3,11	2,14	0,82	2,87	0,70	3,98	3,66	215,95	2,60	1,17	1,65	0,17	3,02	1,42
KR-108	3,56	2,46	1,78	0,79	2,78	0,68	4,00	3,32	211,59	2,04	1,07	1,74	0,14	2,82	1,26
KR-109	3,58	2,06	1,79	0,85	2,93	0,71	3,96	3,16	236,76	1,91	1,13	1,88	0,11	2,75	1,30
KR-110	6,43	6,08	3,22	0,85	2,94	0,71	3,96	5,38	225,17	2,71	1,19	2,37	0,17	4,33	1,48
KR-111	5,47	5,00	2,73	0,79	2,80	0,68	3,99	4,60	213,98	2,06	1,19	2,65	0,14	3,84	1,42
KR-112	5,01	4,17	2,51	0,86	2,96	0,72	3,95	4,39	240,81	1,94	1,14	2,59	0,11	3,78	1,33
KR-113	2,60	1,51	1,30	0,88	2,99	0,73	3,95	3,17	121,56	1,46	0,82	1,79	0,37	1,99	1,31

Espécime		MODELO A-C PROPOSTO							MODELO B-T LAYNARA		A-C	B-T		MODELO PONDERADO	
	τc, test (MPa)	ρ*fyi (MPa)	τn (MPa)	Formulação ≤ 53 MPa		Formulação > 53 MPa		τc, calc AC (MPa)	Vc (N)	τc, calc BT (MPa)	τc, teste/ τc, calc	τc, teste/ τc, calc	a/d	τc, calc (MPa)	τc, teste/ τc, calc
				μ1	c1 (MPa)	μ2	c2 (MPa)								
KR-114	2,30	1,20	1,15	0,87	2,96	0,72	3,95	3,00	132,67	1,27	0,77	1,81	0,30	2,04	1,13
KR-115	2,34	1,01	1,17	0,98	3,21	0,78	3,89	3,05	145,01	1,16	0,77	2,01	0,25	2,18	1,07
KR-116	3,34	3,10	1,67	0,79	2,79	0,68	3,99	3,92	177,87	2,14	0,85	1,56	0,37	2,54	1,31
KR-117	3,11	2,31	1,56	0,79	2,80	0,68	3,99	3,39	193,48	1,87	0,92	1,67	0,30	2,38	1,31
KR-118	3,14	2,06	1,57	0,85	2,93	0,71	3,96	3,35	220,78	1,78	0,94	1,77	0,25	2,47	1,27
KR-119	5,62	6,21	2,81	0,85	2,92	0,71	3,96	5,80	193,19	2,33	0,97	2,42	0,37	3,53	1,59
KR-120	4,94	4,90	2,47	0,83	2,89	0,70	3,97	4,92	205,75	1,98	1,00	2,49	0,30	3,30	1,49
KR-121	4,11	4,12	2,06	0,81	2,83	0,69	3,98	4,49	207,17	1,67	0,92	2,47	0,25	3,20	1,29
KR-122	1,46	1,54	0,73	0,70	2,60	0,63	4,04	3,17	98,93	1,19	0,46	1,23	0,62	1,38	1,06
KR-123	1,44	1,22	0,72	0,85	2,93	0,71	3,96	3,35	112,71	1,08	0,43	1,33	0,50	1,64	0,88
KR-124	1,43	1,02	0,71	0,85	2,93	0,71	3,96	3,19	124,35	1,00	0,45	1,43	0,41	1,75	0,81
KR-126	2,37	3,42	1,19	0,89	3,03	0,74	3,94	5,03	164,19	1,98	0,47	1,20	0,62	2,24	1,06
KR-129	2,33	2,01	1,16	0,83	2,89	0,70	3,97	3,59	190,26	1,53	0,65	1,52	0,42	2,09	1,11
KR-131	2,94	5,76	1,47	0,85	2,92	0,71	3,96	6,57	154,62	1,86	0,45	1,58	0,62	2,54	1,16
KR-134	3,16	3,75	1,58	0,86	2,95	0,72	3,95	4,82	198,30	1,60	0,66	1,98	0,42	2,66	1,19
KR-135	5,34	3,99	4,01	1,23	3,78	0,92	3,75	3,76	190,06	3,05	1,42	1,75	0,25	2,95	1,81
KR-136	1,74	1,56	1,74	0,79	2,79	0,68	3,99	2,65	90,94	1,09	0,66	1,59	0,17	2,11	0,82
KR-137	1,55	1,16	1,55	0,92	3,08	0,75	3,92	2,72	90,41	0,87	0,57	1,78	0,14	2,25	0,69
KR-138	1,47	1,03	1,47	0,79	2,79	0,68	3,99	2,44	98,03	0,79	0,60	1,88	0,11	2,08	0,71
KR-139	3,47	2,84	3,47	0,88	3,00	0,73	3,94	2,44	156,99	1,89	1,42	1,83	0,17	2,03	1,70
KR-140	2,57	2,28	2,57	0,79	2,80	0,68	3,99	2,57	164,47	1,59	1,00	1,62	0,14	2,18	1,18
KR-141	2,33	1,93	2,33	0,81	2,84	0,69	3,98	2,52	173,66	1,40	0,92	1,66	0,11	2,19	1,06
KR-142	4,55	5,67	4,55	0,86	2,94	0,71	3,96	3,90	217,79	2,62	1,17	1,74	0,17	3,21	1,42
KR-143	3,96	4,84	3,96	0,83	2,88	0,70	3,97	3,61	219,66	2,12	1,10	1,87	0,14	3,05	1,30

Espécime		MODELO A-C PROPOSTO							MODELO B-T LAYNARA		A-C	B-T		MODELO PONDERADO	
	τc, test (MPa)	ρ*fyi (MPa)	τn (MPa)	Formulação ≤ 53 MPa		Formulação > 53 MPa		τc, calc AC (MPa)	Vc (N)	τc, calc BT (MPa)	τc, teste/ τc, calc	τc, teste/ τc, calc	a/d	τc, calc (MPa)	τc, teste/ τc, calc
				μ1	c1 (MPa)	μ2	c2 (MPa)								
KR-144	3,67	4,17	3,67	0,85	2,94	0,71	3,96	3,36	233,45	1,88	1,09	1,95	0,11	2,91	1,26
KR-145	1,46	1,49	1,46	0,76	2,73	0,66	4,01	2,75	77,62	0,93	0,53	1,57	0,37	1,63	0,90
KR-146	1,14	1,18	1,14	0,86	2,95	0,72	3,95	2,98	83,01	0,80	0,38	1,43	0,30	1,93	0,59
KR-147	1,69	0,99	1,69	0,82	2,86	0,69	3,98	2,29	87,60	0,70	0,74	2,41	0,25	1,61	1,05
KR-148	2,67	2,79	2,67	0,85	2,94	0,71	3,96	3,03	138,22	1,66	0,88	1,61	0,37	1,97	1,36
KR-149	2,41	2,25	2,41	0,87	2,96	0,72	3,95	2,82	150,07	1,45	0,85	1,67	0,30	1,96	1,23
KR-150	2,15	1,86	2,15	0,82	2,86	0,69	3,98	2,62	155,90	1,25	0,82	1,71	0,25	1,91	1,12
KR-151	3,75	5,80	3,75	0,85	2,93	0,71	3,96	4,68	185,10	2,23	0,80	1,68	0,37	2,95	1,27
KR-152	3,54	4,97	3,54	0,83	2,89	0,70	3,97	4,09	198,73	1,92	0,87	1,85	0,30	2,80	1,26
KR-153	2,79	3,87	2,79	0,80	2,82	0,69	3,99	3,69	201,22	1,62	0,76	1,72	0,25	2,67	1,05
KR-159	1,39	2,91	1,39	0,90	3,05	0,74	3,93	4,42	126,37	1,52	0,31	0,91	0,62	1,85	0,75
KR-163	1,26	2,00	1,26	0,87	2,98	0,72	3,95	3,62	152,50	1,23	0,35	1,02	0,42	2,01	0,62
KR-165	2,32	5,82	2,32	0,90	3,04	0,74	3,93	6,20	156,56	1,89	0,38	1,23	0,62	2,46	0,94
KR-168	2,04	3,99	2,04	0,91	3,05	0,74	3,93	4,83	203,60	1,64	0,42	1,24	0,42	2,68	0,76
KR-169	6,77	7,99	8,46	1,27	3,86	0,94	3,73	3,26	245,88	3,95	2,08	1,72	0,25	2,77	2,45
KR-1S	5,09	3,99	0,00	0,87	2,97	0,72	3,95	6,44	371,97	4,48	0,79	1,14	0,59	3,95	1,29
KR-2S	5,83	4,80	0,00	0,91	3,07	0,75	3,93	7,44	393,11	4,73	0,78	1,23	0,59	4,34	1,34
KR-3S	5,87	5,90	0,00	0,88	3,00	0,73	3,94	8,22	377,73	4,57	0,71	1,29	0,59	4,45	1,32
KR-4S	6,45	4,18	0,00	0,87	2,97	0,72	3,95	6,60	450,71	5,45	0,98	1,18	0,37	4,79	1,35
KR-5S	7,27	4,97	0,00	0,87	2,97	0,72	3,95	7,29	450,71	5,45	1,00	1,33	0,37	5,13	1,42
KR-6S	8,03	6,00	0,00	0,89	3,03	0,74	3,94	8,39	465,79	5,63	0,96	1,43	0,37	5,73	1,40
KR-10S	8,38	5,15	0,00	0,84	2,90	0,70	3,97	7,21	457,76	5,53	1,16	1,51	0,30	5,39	1,56
KR-12S	3,70	5,19	1,85	1,18	3,66	0,89	3,78	7,61	280,92	3,38	0,49	1,09	0,62	3,60	1,03
KR-13S	1,79	4,19	1,79	0,79	2,80	0,68	3,99	4,70	134,98	1,63	0,38	1,10	0,62	1,97	0,91

Espécime		MODELO A-C PROPOSTO							MODELO B-T LAYNARA		A-C	B-T		MODELO PONDERADO	
	τc, test (MPa)	ρ*fyi (MPa)	τn (MPa)	Formulação ≤ 53 MPa		Formulação > 53 MPa		τc, calc AC (MPa)	Vc (N)	τc, calc BT (MPa)	τc, teste/ τc, calc	τc, teste/ τc, calc	a/d	τc, calc (MPa)	τc, teste/ τc, calc
				μ1	c1 (MPa)	μ2	c2 (MPa)								
KR-14S	1,88	6,24	1,88	0,87	2,98	0,72	3,95	6,78	150,53	1,81	0,28	1,04	0,62	2,56	0,73
KR-15S	2,99	5,15	2,99	0,83	2,88	0,70	3,97	4,67	174,44	2,10	0,64	1,42	0,40	2,80	1,07
KR-16S	4,06	5,13	4,06	0,83	2,88	0,70	3,97	3,77	215,48	1,73	1,08	2,34	0,20	2,92	1,39
HC-H1	7,02	2,58	0,00	1,12	3,53	0,86	3,81	6,41	464,96	5,44	1,09	1,29	0,32	4,83	1,45
HC-H2	6,08	2,58	0,00	1,02	3,30	0,80	3,87	5,93	454,66	5,32	1,03	1,14	0,32	4,53	1,34
HC-H3	6,67	3,07	0,00	1,07	3,41	0,83	3,84	6,70	503,14	5,88	0,99	1,13	0,32	5,09	1,31
HC-H4	6,78	3,07	0,00	1,09	3,46	0,84	3,83	6,82	505,75	5,92	0,99	1,15	0,32	5,16	1,31
HC-H7	10,61	7,02	0,00	1,03	3,32	0,81	3,87	10,52	668,76	7,88	1,01	1,35	0,30	7,82	1,36
HC-H8	10,79	7,02	0,00	0,88	3,00	0,73	3,94	9,18	563,17	6,64	1,17	1,62	0,30	6,78	1,59
HC-H9	10,41	6,08	0,00	1,06	3,40	0,83	3,85	9,87	697,24	8,20	1,05	1,27	0,30	7,51	1,39
HC-H10	10,14	7,02	0,00	0,97	3,19	0,78	3,90	10,00	628,01	7,40	1,01	1,37	0,30	7,42	1,37
HC-H13	9,49	6,83	0,00	1,04	3,35	0,82	3,86	10,46	679,88	8,02	0,91	1,18	0,30	7,81	1,21
HC-H14	8,16	2,93	0,00	1,13	3,54	0,86	3,81	6,84	500,05	5,85	1,19	1,40	0,32	5,15	1,58
HC-H19	5,82	1,58	0,00	1,29	3,90	0,95	3,72	5,94	353,86	4,14	0,98	1,41	0,30	4,36	1,34
HC-H20	10,56	4,91	0,00	1,24	3,80	0,93	3,75	9,92	645,08	7,54	1,06	1,40	0,30	7,41	1,43
HC-H21	8,02	5,03	0,00	0,88	3,00	0,73	3,94	7,44	563,73	6,63	1,08	1,21	0,30	5,75	1,39
HC-H22	10,23	5,03	0,00	1,31	3,95	0,96	3,71	10,55	758,27	8,92	0,97	1,15	0,30	8,05	1,27
HC-H23	8,69	5,03	0,00	1,16	3,61	0,88	3,79	9,46	731,97	8,61	0,92	1,01	0,30	7,35	1,18
HC-H25	8,36	7,29	2,37	1,09	3,45	0,84	3,83	8,81	609,72	7,17	0,95	1,17	0,30	6,67	1,25
HC-H26	8,13	9,53	4,59	1,10	3,49	0,85	3,82	8,93	574,55	6,76	0,91	1,20	0,30	6,66	1,22
HC-H27	8,76	6,79	0,00	1,06	3,38	0,82	3,85	10,57	506,73	5,97	0,83	1,47	0,30	7,45	1,18
HC-H28	5,46	1,52	0,00	1,13	3,55	0,87	3,81	5,27	327,59	3,83	1,04	1,43	0,30	3,90	1,40
HC-H29	5,40	1,52	0,00	0,56	2,28	0,55	4,12	3,12	239,81	2,80	1,73	1,93	0,30	2,42	2,23
HC-HT1	7,49	3,17	0,00	1,25	3,82	0,93	3,74	7,78	532,41	6,23	0,96	1,20	0,32	5,77	1,30

Espécime		MODELO A-C PROPOSTO							MODELO B-T LAYNARA		A-C	B-T		MODELO PONDERADO	
	τc, test (MPa)	ρ*fyi (MPa)	τn (MPa)	Formulação ≤ 53 MPa		Formulação > 53 MPa		τc, calc AC (MPa)	Vc (N)	τc, calc BT (MPa)	τc, teste/ τc, calc	τc, teste/ τc, calc	a/d	τc, calc (MPa)	τc, teste/ τc, calc
				μ1	c1 (MPa)	μ2	c2 (MPa)								
HC-HM1	7,77	3,46	0,00	1,34	4,01	0,98	3,70	8,65	257,79	5,07	0,90	1,53	0,54	4,97	1,56
HC-HM2	8,40	6,15	0,00	1,26	3,83	0,93	3,74	11,58	373,96	7,39	0,73	1,14	0,55	6,91	1,22
HC-HM3	9,97	9,18	0,00	1,24	3,80	0,93	3,75	15,23	492,21	9,86	0,65	1,01	0,55	9,12	1,09
HC-HM7	5,21	2,59	0,00	1,13	3,55	0,87	3,81	6,48	196,54	3,87	0,80	1,35	0,54	3,75	1,39
HC-HM8	5,02	2,59	0,00	1,32	3,96	0,97	3,71	7,37	202,03	3,97	0,68	1,26	0,54	4,08	1,23
HC-HS1	8,11	5,03	0,00	1,02	3,31	0,81	3,87	8,46	253,30	7,03	0,96	1,15	0,32	6,34	1,28
HC-HS2	8,74	5,71	0,00	0,92	3,09	0,75	3,92	8,36	225,15	6,25	1,05	1,40	0,32	6,10	1,43
HC-HS3	7,30	2,70	0,00	1,29	3,90	0,95	3,72	7,38	211,43	5,87	0,99	1,24	0,32	5,47	1,33
MA-A2	4,58	3,72	0,00	0,75	2,72	0,66	4,01	5,53	119,98	3,48	0,83	1,32	0,67	3,11	1,47
MA-A3	3,64	6,90	0,00	0,78	2,78	0,67	4,00	8,18	88,87	2,59	0,44	1,41	1,01	2,63	1,38
MA-B1	6,08	4,20	0,00	0,74	2,69	0,65	4,02	5,83	181,55	5,29	1,04	1,15	0,45	4,25	1,43
MA-B2	5,01	5,44	0,00	0,71	2,63	0,64	4,03	6,52	153,30	4,44	0,77	1,13	0,67	3,88	1,29
MA-B3A	5,44	10,30	0,00	0,84	2,90	0,71	3,97	11,54	131,25	3,82	0,47	1,42	1,01	3,89	1,40
MA-C1	5,71	8,45	4,17	0,81	2,84	0,69	3,98	6,31	158,62	4,62	0,90	1,24	0,45	4,21	1,36
MA-C2	5,20	10,44	4,42	0,76	2,73	0,66	4,01	7,30	146,65	4,29	0,71	1,21	0,68	3,92	1,33
MA-C2A	5,26	9,26	3,89	0,76	2,72	0,66	4,01	6,79	144,22	4,22	0,78	1,25	0,68	3,79	1,39
MA-C3	4,88	14,11	3,96	0,88	2,99	0,73	3,95	11,89	124,17	3,63	0,41	1,34	1,02	3,71	1,31
MA-D1	3,64	6,65	3,89	0,80	2,81	0,68	3,99	5,00	101,51	2,95	0,73	1,23	0,45	3,08	1,18
MA-D2	4,42	8,36	3,89	0,78	2,76	0,67	4,00	6,23	123,08	3,60	0,71	1,23	0,68	3,31	1,33
MA-D3	4,25	10,48	3,87	0,76	2,72	0,66	4,01	7,73	104,56	3,04	0,55	1,40	1,01	3,10	1,37
MA-E1	8,54	9,71	5,04	0,82	2,87	0,70	3,98	6,72	192,30	6,70	1,27	1,27	0,23	5,54	1,54
MA-E2	7,17	10,73	5,38	0,89	3,03	0,74	3,94	7,81	162,83	5,70	0,92	1,26	0,45	5,19	1,38
MA-E3	7,56	13,17	5,59	0,85	2,92	0,71	3,96	9,36	141,27	4,94	0,81	1,53	0,68	4,70	1,61
MA-E4	5,57	16,46	5,52	0,82	2,86	0,70	3,98	11,85	95,03	3,31	0,47	1,68	1,01	3,37	1,66

Espécime		MODELO A-C PROPOSTO							MODELO B-T LAYNARA		A-C	B-T		MODELO PONDERADO	
	τ_c , test (MPa)	ρ^*f_{yi} (MPa)	τ_n (MPa)	Formulação ≤ 53 MPa		Formulação > 53 MPa		τ_c , calc AC (MPa)	V_c (N)	τ_c , calc BT (MPa)	τ_c , teste/ τ_c , calc	τ_c , teste/ τ_c , calc	a/d	τ_c , calc (MPa)	τ_c , teste/ τ_c , calc
				μ_1	c1 (MPa)	μ_2	c2 (MPa)								
MA-F2	5,67	10,85	5,56	0,76	2,73	0,66	4,01	6,75	135,37	4,74	0,84	1,20	0,45	4,42	1,28
MA-F3	3,74	13,01	5,59	0,76	2,73	0,66	4,01	8,38	82,98	2,90	0,45	1,29	0,68	3,29	1,14
MA-F4	3,73	16,68	5,52	0,82	2,85	0,69	3,98	11,95	65,32	2,28	0,31	1,64	1,01	2,32	1,61
MA-F4A	3,66	16,70	5,52	0,76	2,73	0,66	4,01	11,22	59,94	2,09	0,33	1,75	1,01	2,12	1,72
MA-G4	3,70	9,55	0,00	0,77	2,74	0,67	4,01	10,06	99,86	3,45	0,37	1,07	1,00	3,47	1,07
MA-H1	10,43	11,64	5,53	0,80	2,81	0,68	3,99	7,67	205,55	7,19	1,36	1,45	0,23	6,26	1,67
MA-H2	7,73	13,08	5,49	0,80	2,81	0,68	3,99	8,87	165,59	5,77	0,87	1,34	0,45	5,65	1,37
MA-H3	7,38	16,69	5,54	0,79	2,78	0,68	4,00	11,54	128,97	4,51	0,64	1,64	0,68	4,84	1,52
MA-H3A	6,16	16,95	5,60	0,80	2,82	0,69	3,99	11,94	129,66	4,54	0,52	1,36	0,68	4,93	1,25
MA-H3B	7,17	16,83	5,52	0,78	2,77	0,67	4,00	11,56	127,18	4,45	0,62	1,61	0,68	4,81	1,49
MA-J4	3,34	11,34	3,88	0,75	2,70	0,66	4,02	8,27	61,23	2,13	0,40	1,57	1,01	2,17	1,54
CH-TA1	10,32	4,56	0,00	0,85	2,92	0,71	3,96	6,77	212,74	6,79	1,52	1,52	0,37	5,25	1,96
CH-TA2	9,51	4,06	0,00	0,83	2,88	0,70	3,97	6,25	221,61	6,31	1,52	1,51	0,33	4,92	1,93
CH-TA3	11,37	4,56	0,00	0,99	3,23	0,79	3,89	7,74	223,68	7,14	1,47	1,59	0,37	5,83	1,95
CH-TA4	10,91	4,06	0,00	1,00	3,25	0,79	3,88	7,30	234,54	6,68	1,49	1,63	0,33	5,58	1,95
GO-WI-4	3,57	5,83	0,00	0,74	2,69	0,65	4,02	7,03	162,61	2,32	0,51	1,54	1,00	2,32	1,54
GO-WII-4	6,79	5,83	0,00	0,74	2,69	0,65	4,02	7,03	241,65	3,45	0,96	1,97	0,60	3,56	1,91
GO-WIII-4	9,29	5,83	0,00	0,74	2,69	0,65	4,02	7,03	313,51	4,48	1,32	2,07	0,30	5,06	1,84
ROB-2	7,59	2,75	0,00	0,87	2,98	0,72	3,95	5,37	602,53	5,38	1,41	1,41	0,20	4,51	1,68
ROB-3	7,90	2,72	0,00	0,87	2,98	0,72	3,95	5,34	602,53	5,38	1,48	1,47	0,20	4,49	1,76
ROB-4	7,59	2,59	0,00	0,87	2,98	0,72	3,95	5,24	602,53	5,38	1,45	1,41	0,20	4,41	1,72
ROB-10	6,70	2,15	0,00	0,87	2,98	0,72	3,95	4,85	602,53	5,38	1,38	1,24	0,20	4,14	1,62
ROB-11	6,70	2,15	0,00	0,87	2,98	0,72	3,95	4,85	602,53	5,38	1,38	1,24	0,20	4,14	1,62
ROB-12	6,65	2,21	0,00	0,87	2,98	0,72	3,95	4,90	602,53	5,38	1,36	1,24	0,20	4,17	1,59

Espécime		MODELO A-C PROPOSTO							MODELO B-T LAYNARA		A-C	B-T		MODELO PONDERADO	
	τc, test (MPa)	ρ*fyi (MPa)	τn (MPa)	Formulação ≤ 53 MPa		Formulação > 53 MPa		τc, calc AC (MPa)	Vc (N)	τc, calc BT (MPa)	τc, teste/ τc, calc	τc, teste/ τc, calc	a/d	τc, calc (MPa)	τc, teste/ τc, calc
				μ1	c1 (MPa)	μ2	c2 (MPa)								
ROB-13	6,70	2,18	0,00	0,87	2,98	0,72	3,95	4,87	602,53	5,38	1,37	1,24	0,20	4,15	1,61
ZE-K1	5,27	5,45	0,00	0,73	2,67	0,65	4,02	6,65	594,61	3,30	0,79	1,59	0,50	3,69	1,43
ZE-K2	5,56	5,96	0,00	0,73	2,67	0,65	4,02	7,03	594,61	3,30	0,79	1,68	0,50	3,83	1,45
ZE-K3	2,53	5,47	0,00	0,68	2,55	0,62	4,05	6,28	335,17	1,86	0,40	1,36	1,00	1,86	1,36
ZE-K4	3,79	4,31	0,00	0,68	2,55	0,62	4,05	5,49	335,17	1,86	0,69	2,04	1,00	1,86	2,04
FN-M1/B1	4,14	3,42	0,00	0,58	2,34	0,57	4,10	4,34	302,56	1,99	0,95	2,08	0,53	2,28	1,82
FN-M5/D3	3,62	2,82	0,00	0,74	2,69	0,65	4,02	4,78	402,88	2,65	0,76	1,37	0,53	2,71	1,34
FN-M5/D4	3,95	3,50	0,00	0,58	2,34	0,57	4,10	4,39	302,56	1,99	0,90	1,98	0,53	2,29	1,72
FN-M5/D6	6,41	5,64	0,00	0,74	2,69	0,65	4,02	6,88	402,88	2,65	0,93	2,42	0,53	3,39	1,89
FN-M6/D2	4,61	5,49	0,00	0,74	2,69	0,65	4,02	6,77	293,32	1,93	0,68	2,39	0,86	1,95	2,36
FN-M4/B	2,85	3,88	0,00	0,58	2,34	0,57	4,10	4,61	189,51	2,20	0,62	1,29	0,93	2,09	1,36
FN-M3/C	3,31	4,54	0,00	0,58	2,34	0,57	4,10	5,00	189,51	2,20	0,66	1,50	0,93	2,10	1,58
YO-B1	8,60	3,12	0,00	1,37	4,09	1,00	3,68	8,37	474,28	5,25	1,03	1,64	0,39	5,51	1,56
YO-B2	7,38	3,12	0,00	1,34	4,02	0,98	3,69	8,21	472,55	5,23	0,90	1,41	0,39	5,43	1,36
YO-C1	8,80	3,72	0,00	1,72	4,84	1,18	3,49	7,89	590,07	6,53	1,12	1,35	0,39	5,67	1,55
YO-C2	9,25	3,72	0,00	1,52	4,41	1,07	3,60	7,59	578,16	6,39	1,22	1,45	0,39	5,49	1,68
YO-D1	7,75	4,11	0,00	1,11	3,49	0,85	3,82	8,03	529,18	5,85	0,97	1,32	0,39	5,53	1,40
YO-D2	8,86	4,11	0,00	1,49	4,34	1,06	3,61	7,97	635,44	7,03	1,11	1,26	0,39	5,85	1,51
YO-E1	7,87	5,03	1,57	1,69	4,78	1,17	3,51	7,54	655,96	7,25	1,04	1,09	0,25	6,10	1,29
YO-E2	8,86	5,03	1,77	1,76	4,93	1,20	3,47	7,40	660,92	7,31	1,20	1,21	0,25	6,01	1,47
YO-E3	11,93	8,69	2,39	2,13	5,75	1,41	3,27	12,13	1074,22	11,88	0,98	1,00	0,25	9,84	1,21
YO-F1	10,09	6,62	2,02	2,20	5,90	1,44	3,23	9,88	627,60	6,94	1,02	1,45	0,50	6,31	1,60
YO-F2	9,34	10,25	1,87	1,70	4,80	1,17	3,50	13,32	750,20	8,30	0,70	1,13	0,50	8,08	1,16
FA-17	5,81	5,45	0,00	0,73	2,67	0,65	4,02	6,67	75,20	4,01	0,87	1,45	0,71	3,61	1,61

Espécime		MODELO A-C PROPOSTO							MODELO B-T LAYNARA		A-C	B-T		MODELO PONDERADO	
	τc, test (MPa)	ρ*fyi (MPa)	τn (MPa)	Formulação ≤ 53 MPa		Formulação > 53 MPa		τc, calc AC (MPa)	Vc (N)	τc, calc BT (MPa)	τc, teste/ τc, calc	τc, teste/ τc, calc	a/d	τc, calc (MPa)	τc, teste/ τc, calc
				μ1	c1 (MPa)	μ2	c2 (MPa)								
FA-25	5,91	5,54	0,00	0,87	2,96	0,72	3,95	7,76	75,63	4,10	0,76	1,44	0,89	3,81	1,55
FA-26	6,03	3,80	0,00	0,87	2,96	0,72	3,95	6,26	81,55	4,35	0,96	1,39	0,64	3,79	1,59
FA-33	4,89	2,45	0,00	0,92	3,09	0,75	3,92	5,35	60,75	3,27	0,92	1,50	0,60	3,03	1,62
FA-34	6,23	8,37	0,00	0,92	3,09	0,75	3,92	10,81	66,02	3,61	0,58	1,73	1,11	4,12	1,51
FA-41	5,31	6,76	0,00	0,84	2,90	0,71	3,97	8,57	59,86	3,24	0,62	1,64	1,10	3,66	1,45
FA-42	6,17	11,97	0,00	0,84	2,90	0,71	3,97	12,94	58,56	3,23	0,48	1,91	1,12	3,72	1,66
FA-65	5,36	7,40	0,00	0,81	2,84	0,69	3,98	8,84	47,83	3,47	0,61	1,55	1,20	4,37	1,23
FA-66	5,30	10,98	0,00	0,81	2,84	0,69	3,98	11,74	38,46	2,76	0,45	1,92	1,45	4,48	1,19
FA-67	5,10	5,16	0,00	0,85	2,94	0,71	3,96	7,34	80,62	4,07	0,69	1,25	0,83	3,71	1,37
FA-68	5,71	6,08	0,00	0,85	2,94	0,71	3,96	8,13	66,30	3,95	0,70	1,45	0,98	3,87	1,47
FA-69	5,09	8,31	0,00	0,76	2,73	0,66	4,01	9,04	53,39	2,89	0,56	1,76	1,10	3,27	1,56
FA-70	4,86	11,10	0,00	0,76	2,73	0,66	4,01	11,17	35,08	2,54	0,43	1,91	1,47	4,18	1,16
FA-71	6,39	6,82	0,00	0,81	2,84	0,69	3,98	8,37	69,37	3,79	0,76	1,69	0,90	3,57	1,79
FA-72	5,47	5,54	0,00	0,81	2,84	0,69	3,98	7,33	70,05	3,80	0,75	1,44	0,89	3,54	1,55
FA-73	4,73	2,45	0,00	0,81	2,84	0,69	3,98	4,83	59,03	3,17	0,98	1,49	0,60	2,85	1,66
FA-74	5,25	3,23	0,00	0,81	2,84	0,69	3,98	5,46	45,07	3,20	0,96	1,64	0,80	2,88	1,82
FA-89	3,13	2,12	0,00	0,77	2,76	0,67	4,00	4,40	86,89	2,59	0,71	1,21	0,67	2,37	1,32
FA-90	2,45	2,10	0,00	0,77	2,76	0,67	4,00	4,38	69,10	2,04	0,56	1,20	0,88	1,91	1,28
FA-91	2,58	3,03	0,00	0,77	2,76	0,67	4,00	5,09	76,39	2,26	0,51	1,14	0,89	2,13	1,21
FA-92	3,80	3,05	0,00	0,77	2,76	0,67	4,00	5,12	94,61	2,83	0,74	1,34	0,67	2,65	1,43
FA-93	4,56	2,11	0,00	0,79	2,78	0,68	4,00	4,44	117,40	3,48	1,03	1,31	0,44	3,05	1,50
FA-94	5,35	3,05	0,00	0,79	2,78	0,68	4,00	5,18	119,25	3,57	1,03	1,50	0,45	3,38	1,58
FA-102	5,64	6,77	0,00	0,80	2,82	0,68	3,99	8,24	88,79	2,77	0,68	2,04	0,77	2,88	1,96
FA-104	6,73	6,90	0,00	0,80	2,82	0,68	3,99	8,34	107,71	3,42	0,81	1,97	0,57	3,99	1,69

Espécime		MODELO A-C PROPOSTO							MODELO B-T LAYNARA		A-C	B-T		MODELO PONDERADO	
	τc, test (MPa)	ρ*fyi (MPa)	τn (MPa)	Formulação ≤ 53 MPa		Formulação > 53 MPa		τc, calc AC (MPa)	Vc (N)	τc, calc BT (MPa)	τc, teste/ τc, calc	τc, teste/ τc, calc	a/d	τc, calc (MPa)	τc, teste τc, calc
				μ1	c1 (MPa)	μ2	c2 (MPa)								
FA-113	6,00	4,22	1,20	0,81	2,83	0,69	3,98	5,26	114,03	3,46	1,14	1,74	0,50	3,26	1,84
FA-116	3,62	2,24	0,00	2,05	5,57	1,36	3,31	6,37	88,07	2,77	0,57	1,31	0,75	2,69	1,34
FA-117	4,64	3,10	0,00	2,05	5,57	1,36	3,31	7,53	117,42	3,56	0,62	1,30	0,80	3,34	1,39
FA-T1	5,90	5,56	0,00	1,13	3,55	0,86	3,81	9,84	79,62	5,06	0,60	1,17	0,85	4,66	1,27
FA-T2	7,79	9,34	0,00	1,13	3,55	0,86	3,81	14,11	145,92	7,78	0,55	1,00	0,71	7,19	1,08
FA-T6	7,08	5,78	0,00	1,18	3,65	0,89	3,78	10,45	117,31	6,11	0,68	1,16	0,70	5,57	1,27
FA-T7	8,50	10,74	0,00	1,08	3,45	0,84	3,83	15,09	156,85	8,50	0,56	1,00	0,72	7,78	1,09
FA-T8	10,11	15,39	0,00	1,18	3,65	0,89	3,78	21,75	173,65	9,34	0,46	1,08	0,72	9,33	1,08
FA-T9	8,31	15,50	0,00	1,08	3,44	0,84	3,83	20,24	156,14	8,46	0,41	0,98	0,72	8,49	0,98
FA-C1	4,44	4,87	0,00	1,09	3,46	0,84	3,83	8,76	68,56	3,81	0,51	1,17	1,04	4,02	1,11
FA-C8	8,07	4,91	0,00	0,93	3,10	0,75	3,92	7,65	119,08	6,67	1,05	1,21	0,45	5,49	1,47
FA-C9	4,11	4,87	0,00	0,93	3,10	0,75	3,92	7,61	65,99	3,67	0,54	1,12	1,04	3,87	1,06
FA-C21	6,28	2,75	0,00	1,07	3,41	0,83	3,84	6,36	84,82	4,67	0,99	1,34	0,44	4,28	1,47
FA-C22	4,37	2,67	0,00	1,13	3,54	0,86	3,81	6,55	59,88	3,19	0,67	1,37	0,71	3,07	1,43
FA-C23	2,51	2,67	0,00	1,13	3,54	0,86	3,81	6,55	44,57	2,38	0,38	1,05	1,00	2,38	1,05
FA-C24	8,26	4,99	0,00	1,07	3,41	0,83	3,84	8,75	123,81	7,05	0,94	1,17	0,45	6,06	1,36
FA-C25	8,32	6,11	0,00	1,12	3,53	0,86	3,81	10,38	135,02	7,44	0,80	1,12	0,54	6,58	1,26
FA-C26	4,92	6,06	0,00	1,09	3,46	0,84	3,83	10,07	83,98	4,59	0,49	1,07	1,02	4,74	1,04
FO-SA3	7,75	2,43	0,00	2,45	6,45	1,58	3,10	6,94	651,86	5,87	1,12	1,32	0,34	5,17	1,50
FO-SA4	13,51	7,30	0,00	2,45	6,45	1,58	3,10	14,63	651,86	5,87	0,92	2,30	0,34	9,31	1,45
FO-SC1-2	12,67	10,81	0,00	2,40	6,34	1,55	3,13	19,89	566,61	7,55	0,64	1,68	0,50	10,10	1,25
FO-SC1-3	9,33	5,79	0,00	2,40	6,34	1,55	3,13	12,11	645,02	8,60	0,77	1,09	0,50	7,77	1,20
FO-SC1-4	6,27	3,89	0,00	2,40	6,34	1,55	3,13	9,16	458,26	6,11	0,68	1,03	0,55	5,57	1,12
FO-SC2-1	13,07	12,71	0,00	1,68	4,77	1,16	3,51	18,31	532,27	7,10	0,71	1,84	0,50	9,36	1,40

Espécime		MODELO A-C PROPOSTO							MODELO B-T LAYNARA		A-C	B-T		MODELO PONDERADO	
	τc, test (MPa)	ρ*fyi (MPa)	τn (MPa)	Formulação ≤ 53 MPa		Formulação > 53 MPa		τc, calc AC (MPa)	Vc (N)	τc, calc BT (MPa)	τc, teste/ τc, calc	τc, teste/ τc, calc	a/d	τc, calc (MPa)	τc, teste/ τc, calc
				μ1	c1 (MPa)	μ2	c2 (MPa)								
FO-SC2-2	9,33	10,81	0,00	1,68	4,77	1,16	3,51	16,10	390,33	5,20	0,58	1,79	0,50	7,80	1,20
FO-SC2-3	7,73	5,79	0,00	1,68	4,77	1,16	3,51	10,25	532,27	7,10	0,75	1,09	0,50	6,51	1,19
FO-SC2-4	6,53	3,89	0,00	1,68	4,77	1,16	3,51	8,04	390,33	5,20	0,81	1,26	0,50	4,96	1,32
FO-SD1	13,33	12,71	0,00	2,52	6,62	1,62	3,06	23,64	815,58	10,87	0,56	1,23	0,50	12,78	1,04
FO-SD2	13,33	12,71	0,00	1,76	4,94	1,21	3,47	18,79	558,03	7,44	0,71	1,79	0,50	9,67	1,38
FO-PA1	7,33	11,31	0,00	1,46	4,27	1,04	3,63	20,73	293,46	3,91	0,35	1,87	0,60	7,26	1,01
FO-PA2	10,67	13,57	0,00	1,46	4,27	1,04	3,63	24,02	400,17	5,34	0,44	2,00	0,60	8,82	1,21
FO-PB1	15,73	24,38	0,00	2,78	7,18	1,76	2,92	45,79	581,38	7,75	0,34	2,03	0,60	15,57	1,01
FO-PB2	15,33	26,65	0,00	2,78	7,18	1,76	2,92	49,76	792,79	10,57	0,31	1,45	0,60	18,03	0,85
FO-PC1	8,67	3,80	0,00	1,46	4,27	1,04	3,63	9,80	376,94	5,03	0,88	1,72	0,30	6,79	1,28
FO-PC2	13,87	6,06	0,00	1,46	4,27	1,04	3,63	13,09	514,01	6,85	1,06	2,02	0,30	9,10	1,52
FO-PD2	12,80	13,35	0,00	1,91	5,28	1,29	3,39	20,59	639,00	8,52	0,62	1,50	0,40	12,16	1,05
FO-PE1	10,07	26,81	0,00	1,91	5,28	1,29	3,39	37,94	262,13	3,88	0,27	2,59	1,00	3,88	2,59
FO-PE2	10,52	29,32	0,00	1,91	5,28	1,29	3,39	41,18	357,45	5,30	0,26	1,99	1,00	5,30	1,99
FO-PF1	10,00	3,80	0,00	2,78	7,18	1,76	2,92	9,60	719,54	9,59	1,04	1,04	0,30	7,63	1,31
FO-PF2	14,00	6,06	0,00	2,78	7,18	1,76	2,92	13,58	1000,14	13,34	1,03	1,05	0,30	10,74	1,30
FO-PG1	8,99	11,54	0,00	1,25	3,82	0,93	3,74	18,27	339,77	4,53	0,49	1,98	0,60	6,95	1,29
FO-PG2	14,00	11,54	0,00	2,50	6,57	1,61	3,07	21,61	709,73	9,46	0,65	1,48	0,60	10,34	1,35
RT-C1	2,13	0,73	0,00	1,03	3,32	0,81	3,87	4,07	206,56	1,80	0,52	1,19	0,35	2,58	0,83
RT-C2	4,57	2,30	0,00	1,03	3,32	0,81	3,87	5,67	431,12	3,94	0,81	1,16	0,37	3,92	1,17
RT-C3	2,96	1,46	0,00	0,85	2,93	0,71	3,96	4,17	307,01	2,67	0,71	1,11	0,35	2,86	1,03
RT-C4	4,29	2,30	0,00	0,86	2,95	0,72	3,95	4,93	353,50	3,23	0,87	1,33	0,37	3,35	1,28
RT-C5	4,18	2,35	0,00	0,78	2,76	0,67	4,00	4,59	413,39	3,60	0,91	1,16	0,35	3,32	1,26
RT-C6	4,84	2,41	0,00	0,92	3,08	0,75	3,92	5,30	492,55	4,39	0,91	1,10	0,36	3,87	1,25

Espécime		MODELO A-C PROPOSTO							MODELO B-T LAYNARA		A-C	B-T		MODELO PONDERADO	
	τc, test (MPa)	ρ*fyi (MPa)	τn (MPa)	Formulação ≤ 53 MPa		Formulação > 53 MPa		τc, calc AC (MPa)	Vc (N)	τc, calc BT (MPa)	τc, teste/ τc, calc	τc, teste/ τc, calc	a/d	τc, calc (MPa)	τc, teste/ τc, calc
				μ1	c1 (MPa)	μ2	c2 (MPa)								
RT-C7	5,01	3,92	0,00	0,92	3,08	0,75	3,92	6,69	529,01	4,61	0,75	1,09	0,35	4,67	1,07
RT-C8	5,14	3,14	0,00	0,84	2,90	0,70	3,97	5,52	474,28	4,13	0,93	1,24	0,35	3,94	1,30
RT-C9	5,62	3,29	0,00	0,83	2,89	0,70	3,97	5,62	462,50	4,23	1,00	1,33	0,37	3,97	1,42
RT-C10	5,22	3,21	0,00	0,86	2,94	0,71	3,96	5,69	483,29	4,31	0,92	1,21	0,36	4,05	1,29
RT-C11	7,49	4,09	0,00	1,30	3,91	0,95	3,72	9,21	760,52	6,95	0,81	1,08	0,37	6,51	1,15
RT-C12	8,68	4,91	0,00	1,38	4,09	1,00	3,68	10,85	812,63	7,43	0,80	1,17	0,37	7,46	1,16
NA-C1	2,43	2,55	0,00	0,96	3,16	0,77	3,90	5,61	238,49	2,52	0,43	0,97	0,79	2,39	1,02
NA-C1A	2,00	1,73	0,00	0,98	3,21	0,78	3,89	4,90	186,15	1,96	0,41	1,02	0,79	1,91	1,04
NA-C2	4,21	3,69	0,00	0,72	2,64	0,64	4,03	5,29	243,46	2,56	0,80	1,64	0,79	2,40	1,76
NA-C2A	3,37	2,59	0,00	0,71	2,63	0,64	4,03	4,47	177,05	1,86	0,75	1,81	0,79	1,80	1,87
NA-C2B	3,58	3,36	0,00	0,68	2,56	0,62	4,05	4,86	229,26	2,41	0,74	1,48	0,79	2,24	1,59
NA-C3	7,89	4,04	0,00	0,99	3,24	0,79	3,88	7,24	690,03	7,77	1,09	1,01	0,28	5,91	1,34
NA-C3A	7,55	3,47	0,00	0,87	2,98	0,72	3,95	6,00	606,92	6,84	1,26	1,10	0,28	4,97	1,52
NA-SP-1	2,48	0,73	0,00	1,00	3,27	0,79	3,88	4,00	95,69	1,82	0,62	1,36	0,34	2,58	0,96
NA-SP2	4,84	2,36	0,00	1,12	3,53	0,86	3,81	6,17	211,18	4,35	0,78	1,11	0,37	4,28	1,13
NA-SP-3	3,24	1,45	0,00	1,00	3,27	0,79	3,88	4,72	146,32	2,79	0,69	1,16	0,34	3,21	1,01
NA-SP4	4,55	2,38	0,00	1,12	3,52	0,86	3,82	6,18	208,99	4,32	0,74	1,05	0,37	4,28	1,06
NA-SP5	5,66	3,15	0,00	1,08	3,43	0,83	3,84	6,81	275,46	5,67	0,83	1,00	0,37	4,96	1,14
NA-SP6	5,66	3,15	0,00	1,04	3,36	0,82	3,86	6,64	266,27	5,48	0,85	1,03	0,37	4,82	1,17
NA-SP-7	5,62	3,15	0,00	0,99	3,23	0,79	3,89	6,33	249,63	5,14	0,89	1,09	0,37	4,57	1,23
NA-SP8	6,48	2,36	0,00	1,86	5,16	1,26	3,42	6,39	253,31	5,21	1,01	1,24	0,37	4,63	1,40
NA-SP9	6,07	2,36	0,00	2,25	6,02	1,47	3,21	6,68	261,18	5,37	0,91	1,13	0,37	4,82	1,26
NA-SP10	9,26	3,93	0,00	2,25	6,02	1,47	3,21	8,99	376,50	7,75	1,03	1,20	0,37	6,62	1,40
NA-SP11	8,74	3,15	0,00	2,14	5,79	1,41	3,26	7,71	316,35	6,51	1,13	1,34	0,37	5,64	1,55

Espécime		MODELO A-C PROPOSTO							MODELO B-T LAYNARA		A-C	B-T		MODELO PONDERADO	
	τc, test (MPa)	ρ*fyi (MPa)	τn (MPa)	Formulação ≤ 53 MPa		Formulação > 53 MPa		τc, calc AC (MPa)	Vc (N)	τc, calc BT (MPa)	τc, teste/ τc, calc	τc, teste/ τc, calc	a/d	τc, calc (MPa)	τc, teste/ τc, calc
				μ1	c1 (MPa)	μ2	c2 (MPa)								
NA-SP12	6,58	2,36	0,00	1,12	3,53	0,86	3,81	6,18	211,71	4,36	1,06	1,51	0,37	4,29	1,54
NA-SP13	6,48	3,15	0,00	1,23	3,78	0,92	3,75	7,66	288,04	5,93	0,85	1,09	0,37	5,46	1,19
NA-SP14	7,61	3,93	0,00	1,18	3,65	0,89	3,78	8,27	303,89	6,25	0,92	1,22	0,37	5,85	1,30
TO-CH0V0	11,11	5,30	0,00	1,99	5,45	1,33	3,34	10,41	371,17	8,25	1,07	1,35	0,50	7,03	1,58
TO-CH5V5	13,89	6,62	0,00	1,94	5,34	1,30	3,37	12,01	442,32	9,83	1,16	1,41	0,50	8,24	1,69
TO-CH5V0	11,89	6,62	0,00	1,86	5,17	1,26	3,41	11,77	438,72	9,75	1,01	1,22	0,50	8,12	1,46
TO-CH0V5	10,73	5,30	0,00	1,83	5,10	1,25	3,43	10,04	387,04	8,60	1,07	1,25	0,50	7,04	1,52
TO-CH4V4	12,00	6,17	0,00	1,86	5,16	1,26	3,41	11,19	421,63	9,37	1,07	1,28	0,50	7,76	1,55
TO-CH4V0	12,89	6,17	0,00	2,12	5,74	1,40	3,27	11,93	431,95	9,60	1,08	1,34	0,50	8,12	1,59
TO-CH6V0	13,29	6,94	0,00	1,90	5,24	1,28	3,40	12,28	452,28	10,05	1,08	1,32	0,50	8,42	1,58
TO-CH4V4*	8,78	6,17	0,00	1,39	4,12	1,00	3,67	12,69	392,38	8,72	0,69	1,01	0,50	8,03	1,09
FE-CS5-4A	11,90	7,69	0,00	2,15	5,81	1,42	3,26	14,18	116,56	9,25	0,84	1,29	0,57	8,45	1,41
FE-CD6-4A	14,29	8,38	0,00	2,15	5,81	1,42	3,26	15,15	127,13	10,09	0,94	1,42	0,57	9,12	1,57
FE-CS6-4A	12,70	8,38	0,00	2,02	5,52	1,35	3,33	14,62	125,70	9,98	0,87	1,27	0,57	8,92	1,42
FE-CS8-5A	15,87	12,55	0,00	2,02	5,52	1,35	3,33	20,25	177,01	14,05	0,78	1,13	0,57	12,47	1,27
FE-CD5-4B	8,73	7,69	0,00	2,22	5,95	1,45	3,22	14,41	91,47	7,26	0,61	1,20	0,76	6,77	1,29
FE-CD6-4B	9,84	8,38	0,00	2,22	5,95	1,45	3,22	15,40	100,18	7,95	0,64	1,24	0,76	7,37	1,33
FE-CS6-4B	9,76	8,38	0,00	2,01	5,50	1,34	3,33	14,59	98,82	7,84	0,67	1,24	0,76	7,20	1,36
FE-CS8-5B	13,89	12,55	0,00	2,01	5,50	1,34	3,33	20,20	141,51	11,23	0,69	1,24	0,76	10,23	1,36
FE-CS5-4C	7,94	7,69	0,00	2,49	6,55	1,60	3,08	15,40	75,56	6,00	0,52	1,32	0,95	5,79	1,37
FE-CD6-4C	8,41	8,38	0,00	1,99	5,45	1,33	3,35	14,50	80,91	6,42	0,58	1,31	0,95	6,18	1,36
FE-CS6-4C	9,52	8,38	0,00	2,43	6,41	1,57	3,11	16,24	82,81	6,57	0,59	1,45	0,95	6,34	1,50
FE-CS8-5C	12,38	12,55	0,00	2,49	6,55	1,60	3,08	23,19	121,55	9,65	0,53	1,28	0,95	9,29	1,33
BO-C1-80	5,56	1,65	0,00	1,89	5,22	1,28	3,40	5,50	182,35	3,60	1,01	1,55	0,37	3,74	1,49

Espécime		MODELO A-C PROPOSTO							MODELO B-T LAYNARA		A-C	B-T		MODELO PONDERADO	
	τc, test (MPa)	ρ*fyi (MPa)	τn (MPa)	Formulação ≤ 53 MPa		Formulação > 53 MPa		τc, calc AC (MPa)	Vc (N)	τc, calc BT (MPa)	τc, teste/ τc, calc	τc, teste/ τc, calc	a/d	τc, calc (MPa)	τc, teste/ τc, calc
				μ1	c1 (MPa)	μ2	c2 (MPa)								
BO-C2-80	8,84	3,54	0,00	1,89	5,22	1,28	3,40	7,92	328,96	6,49	1,12	1,36	0,37	5,74	1,54
BO-C3-80	16,40	7,66	0,00	2,42	6,40	1,56	3,11	15,10	462,64	9,40	1,09	1,74	0,25	11,36	1,44
BO-C1-100	19,92	9,70	0,00	2,80	7,24	1,77	2,91	20,09	538,90	10,95	0,99	1,82	0,25	14,86	1,34
BO-C2-100	10,85	3,54	0,00	2,90	7,46	1,83	2,85	9,33	383,94	7,57	1,16	1,43	0,37	6,74	1,61
BO-C1-120	22,70	10,25	0,00	3,46	8,70	2,13	2,55	24,40	671,08	13,64	0,93	1,66	0,25	18,10	1,25
BO-C2-120	20,71	10,48	0,00	3,46	8,70	2,13	2,55	24,88	609,43	12,66	0,83	1,64	0,39	15,58	1,33
CA-MI-2f10	3,53	3,42	0,00	1,34	4,01	0,98	3,70	8,60	61,77	2,76	0,41	1,28	0,93	2,67	1,32
CA-MI-2f10+4f6	4,33	6,91	0,00	1,34	4,01	0,98	3,70	13,28	84,24	3,76	0,33	1,15	0,93	3,67	1,18
CA-MII-2f10	5,31	3,42	0,00	2,12	5,72	1,40	3,28	8,07	88,59	3,95	0,66	1,34	0,79	3,69	1,44
CA-MII-2f16	7,37	10,23	0,00	2,12	5,72	1,40	3,28	17,60	116,05	5,18	0,42	1,42	0,79	5,51	1,34
CA-MII-2f10+4f6	8,44	6,91	0,00	2,12	5,72	1,40	3,28	12,94	150,31	6,71	0,65	1,26	0,79	6,18	1,36
AZ-C2	2,09	1,29	0,00	0,83	2,89	0,70	3,97	3,97	73,25	1,80	0,53	1,16	0,46	2,23	0,94
AZ-C3	4,13	2,75	0,00	0,89	3,01	0,73	3,94	5,44	75,36	1,97	0,76	2,10	0,48	2,80	1,48
AZ-C4-1	4,98	5,37	0,00	0,95	3,15	0,77	3,91	8,25	81,95	2,09	0,60	2,38	0,46	4,02	1,24
AZ-C4-2	4,85	5,37	0,00	0,86	2,96	0,72	3,95	7,59	73,44	1,88	0,64	2,59	0,46	3,68	1,32
AZ-C5	4,17	5,39	0,00	0,83	2,88	0,70	3,97	7,34	100,48	2,46	0,57	1,69	0,47	3,74	1,11
AZ-C6	5,06	6,65	0,00	0,85	2,93	0,71	3,96	8,59	104,18	2,53	0,59	2,00	0,47	4,28	1,18
AZ-C7	6,20	8,93	0,00	0,90	3,04	0,74	3,93	11,07	110,87	2,68	0,56	2,31	0,46	5,34	1,16
AZ-C8	3,48	5,19	0,00	0,63	2,44	0,59	4,08	5,69	52,17	1,29	0,61	2,70	0,46	2,71	1,28
AZ-C9	5,51	5,15	0,00	1,11	3,50	0,85	3,82	9,21	102,29	2,50	0,60	2,20	0,47	4,50	1,22
AZ-C10	5,67	5,49	0,00	0,83	2,89	0,70	3,97	7,46	82,08	2,14	0,76	2,64	0,25	5,20	1,09
AZ-C11	2,78	5,22	0,00	0,85	2,92	0,71	3,96	7,35	62,00	1,54	0,38	1,81	0,68	2,27	1,23
AZO-C11	8,15	6,30	0,00	1,16	3,62	0,88	3,79	10,95	310,81	7,22	0,74	1,13	0,56	6,58	1,24

Espécime		MODELO A-C PROPOSTO							MODELO B-T LAYNARA		A-C	B-T		MODELO PONDERADO	
	τc, test (MPa)	ρ*fyi (MPa)	τn (MPa)	Formulação ≤ 53 MPa		Formulação > 53 MPa		τc, calc AC (MPa)	Vc (N)	τc, calc BT (MPa)	τc, teste/ τc, calc	τc, teste/ τc, calc	a/d	τc, calc (MPa)	τc, teste/ τc, calc
				μ1	c1 (MPa)	μ2	c2 (MPa)								
AZO-C12	8,90	6,30	0,00	1,35	4,03	0,98	3,69	12,53	321,75	7,48	0,71	1,19	0,56	7,16	1,24
AZO-C21	8,67	7,27	0,00	1,13	3,54	0,86	3,81	11,74	337,07	7,84	0,74	1,11	0,56	7,10	1,22
AZO-C22	9,43	7,27	0,00	1,41	4,17	1,02	3,66	14,44	357,00	8,30	0,65	1,14	0,56	8,09	1,17
AZO-C31	9,34	8,24	0,00	1,10	3,47	0,84	3,83	12,49	327,55	7,61	0,75	1,23	0,56	7,21	1,30
AZO-C32	9,88	8,24	0,00	1,29	3,90	0,95	3,72	14,51	377,48	8,77	0,68	1,13	0,56	8,34	1,19
AZO-C41	7,39	5,09	0,00	1,34	4,00	0,98	3,70	10,80	244,44	5,68	0,68	1,30	0,56	5,80	1,27
AZO-C42	8,15	6,18	0,00	1,38	4,11	1,00	3,67	12,66	302,87	7,04	0,64	1,16	0,56	6,99	1,17
AZO-C51	8,90	7,27	0,00	1,42	4,19	1,02	3,65	14,51	357,44	8,31	0,61	1,07	0,56	8,12	1,10
AZO-C52	9,70	7,27	0,00	1,40	4,14	1,01	3,67	14,29	356,11	8,28	0,68	1,17	0,56	8,04	1,21
AZO-C53	9,92	7,27	0,00	1,36	4,06	0,99	3,68	13,96	353,97	8,23	0,71	1,21	0,56	7,92	1,25

MÉDIA **0,84** **1,60** **1,37**
QUANTIDADE < 1,0 **278** **4** **18**

Dados para formulação AC-modelo2 +BT:

Espécime		MODELO A-C PROPOSTO									MODELO B-T LAYNARA		A-C	B-T		MODELO PONDERADO	
	τc, test (MPa)	ρ*fyi (MPa)	τn (MPa)	Formulação ≤ 52,5 MPa		52,5 MPa < Formulação ≤ 72,5 MPa		Formulação > 72,5 MPa		τc, calc AC (MPa)	Vc (KN)	τc, calc BT (MPa)	τc, teste/ τc, calc	τc, teste/ τc, calc	a/d	τc, calc FINAL (MPa)	τc, teste/ τc, calc
				μ1	c1 (MPa)	μ2	c2 (MPa)	μ3	c3 (MPa)								
KR-1	4,27	1,19	0,00	0,46	3,38	-1,69	4,91	0,95	3,00	3,93	212,07	2,04	1,09	2,10	0,14	3,31	1,29
KR-2	7,52	1,23	0,00	0,68	3,67	-0,29	3,23	0,95	3,00	4,51	515,25	4,95	1,67	1,52	0,14	3,99	1,88
KR-3	3,88	1,00	0,00	0,46	3,39	-1,67	4,89	0,95	3,00	3,85	216,49	1,73	1,01	2,24	0,11	3,31	1,17
KR-4	5,36	2,79	0,00	0,44	3,35	-1,84	5,09	0,95	3,00	4,57	192,75	2,32	1,17	2,31	0,17	3,68	1,46
KR-5	5,85	2,24	0,00	0,47	3,39	-1,65	4,87	0,95	3,00	4,43	215,25	2,08	1,32	2,82	0,14	3,71	1,58
KR-6	4,92	2,01	0,00	0,48	3,41	-1,58	4,77	0,95	3,00	4,37	225,48	1,81	1,13	2,71	0,11	3,75	1,31
KR-7	7,52	5,54	0,00	0,41	3,32	-1,99	5,27	0,95	3,00	5,60	178,48	2,15	1,34	3,50	0,17	4,44	1,69
KR-8	7,52	4,71	0,00	0,50	3,43	-1,46	4,63	0,95	3,00	5,77	233,93	2,26	1,30	3,33	0,14	4,79	1,57
KR-9	11,38	4,62	0,00	0,71	3,71	-0,10	3,00	0,95	3,00	7,00	594,66	5,73	1,63	1,98	0,14	6,04	1,88
KR-10	6,19	4,02	0,00	0,55	3,51	-1,10	4,20	0,95	3,00	5,73	271,56	2,19	1,08	2,83	0,11	4,90	1,26
KR-11	6,58	4,08	0,00	0,47	3,40	-1,62	4,82	0,95	3,00	5,32	377,92	3,03	1,24	2,17	0,33	3,63	1,81
KR-12	3,75	1,09	0,00	0,50	3,44	-1,42	4,59	0,95	3,00	3,98	197,72	2,37	0,94	1,58	0,37	2,64	1,42
KR-13	4,10	0,88	0,00	0,53	3,48	-1,22	4,34	0,95	3,00	3,95	235,79	2,26	1,04	1,81	0,30	2,80	1,46
KR-14	2,99	0,74	0,00	0,53	3,48	-1,25	4,37	0,95	3,00	3,87	242,45	1,94	0,77	1,54	0,25	2,84	1,05
KR-15	3,83	1,59	0,00	0,53	3,47	-1,27	4,41	0,95	3,00	4,31	216,73	2,60	0,89	1,48	0,37	2,87	1,34
KR-16	4,18	1,59	0,00	0,43	3,34	-1,90	5,16	0,95	3,00	4,02	255,19	3,06	1,04	1,37	0,37	2,85	1,47
KR-17	4,55	3,17	0,00	0,48	3,41	-1,57	4,76	0,95	3,00	4,93	192,26	2,30	0,92	1,97	0,37	3,10	1,47
KR-18	4,31	1,56	0,00	0,50	3,43	-1,44	4,61	0,95	3,00	4,22	202,75	2,43	1,02	1,77	0,37	2,78	1,55
KR-19	3,94	1,13	0,00	0,46	3,38	-1,69	4,91	0,95	3,00	3,90	194,75	1,87	1,01	2,11	0,30	2,69	1,47
KR-20	3,67	2,51	0,00	0,44	3,35	-1,82	5,07	0,95	3,00	4,46	182,81	1,76	0,82	2,09	0,30	2,99	1,23

Espécime		MODELO A-C PROPOSTO									MODELO B-T LAYNARA		A-C	B-T		MODELO PONDERADO	
	τc, test (MPa)	ρ*fyi (MPa)	τn (MPa)	Formulação ≤ 52,5 MPa		52,5 MPa < Formulação ≤ 72,5 MPa		Formulação > 72,5 MPa		τc, calc AC (MPa)	Vc (KN)	τc, calc BT (MPa)	τc, teste/ τc, calc	τc, teste/ τc, calc	a/d	τc, calc FINAL (MPa)	τc, teste/ τc, calc
				μ1	c1 (MPa)	μ2	c2 (MPa)	μ3	c3 (MPa)								
KR-21	3,39	0,95	0,00	0,47	3,40	-1,61	4,81	0,95	3,00	3,85	209,14	1,68	0,88	2,02	0,25	2,79	1,21
KR-22	3,74	2,11	0,00	0,46	3,38	-1,71	4,94	0,95	3,00	4,34	199,85	1,60	0,86	2,33	0,25	3,10	1,21
KR-23	3,15	0,99	0,00	0,47	3,40	-1,59	4,79	0,95	3,00	3,87	210,69	1,69	0,81	1,87	0,25	2,80	1,12
KR-24	4,76	3,03	0,00	0,50	3,44	-1,42	4,58	0,95	3,00	4,96	204,49	2,46	0,96	1,93	0,37	3,15	1,51
KR-25	6,96	2,99	0,00	0,70	3,70	-0,15	3,06	0,95	3,00	5,80	308,48	3,72	1,20	1,87	0,37	3,92	1,78
KR-26	5,92	3,41	0,00	0,51	3,44	-1,40	4,56	0,95	3,00	5,17	205,89	2,48	1,15	2,39	0,37	3,26	1,82
KR-27	4,93	2,45	0,00	0,51	3,45	-1,37	4,53	0,95	3,00	4,69	222,15	2,14	1,05	2,30	0,30	3,21	1,54
KR-28	4,47	2,02	0,00	0,54	3,49	-1,19	4,31	0,95	3,00	4,57	246,89	1,99	0,98	2,25	0,25	3,30	1,35
KR-29	4,41	2,03	0,00	0,45	3,38	-1,72	4,95	0,95	3,00	4,30	198,90	1,60	1,03	2,76	0,25	3,06	1,44
KR-30	5,82	3,11	0,00	0,50	3,44	-1,41	4,57	0,95	3,00	5,01	218,86	2,12	1,16	2,74	0,30	3,38	1,72
KR-31	5,39	2,63	0,00	0,48	3,42	-1,53	4,72	0,95	3,00	4,69	215,81	1,74	1,15	3,09	0,25	3,34	1,62
KR-32	5,03	2,57	0,00	0,52	3,46	-1,33	4,48	0,95	3,00	4,79	234,37	1,89	1,05	2,66	0,25	3,43	1,47
KR-33	6,10	6,06	0,00	0,46	3,39	-1,66	4,88	0,95	3,00	6,20	184,25	2,22	0,98	2,75	0,37	3,70	1,65
KR-34	6,61	6,83	0,00	0,49	3,42	-1,52	4,70	0,95	3,00	6,74	196,12	2,36	0,98	2,80	0,37	4,01	1,65
KR-36	5,54	4,04	0,00	0,48	3,40	-1,59	4,78	0,95	3,00	5,33	211,29	1,70	1,04	3,26	0,25	3,75	1,48
KR-37	5,58	4,64	0,00	0,46	3,38	-1,70	4,92	0,95	3,00	5,51	201,23	1,62	1,01	3,44	0,25	3,85	1,45
KR-38	4,58	3,39	0,00	0,54	3,49	-1,15	4,26	0,95	3,00	5,34	295,58	3,56	0,86	1,29	0,59	3,20	1,43
KR-39	4,65	3,50	0,00	0,53	3,47	-1,27	4,41	0,95	3,00	5,31	282,81	3,41	0,88	1,36	0,59	3,11	1,49
KR-40	4,65	2,84	0,00	0,51	3,45	-1,36	4,52	0,95	3,00	4,90	272,78	3,29	0,95	1,42	0,59	2,94	1,58
KR-41	4,18	2,85	0,00	0,50	3,43	-1,44	4,61	0,95	3,00	4,85	264,56	3,19	0,86	1,31	0,59	2,88	1,45
KR-42	5,37	2,24	0,00	0,56	3,51	-1,07	4,16	0,95	3,00	4,76	379,62	3,06	1,13	1,76	0,39	3,16	1,70
KR-43	4,30	1,95	0,00	0,49	3,43	-1,48	4,66	0,95	3,00	4,39	323,93	2,61	0,98	1,65	0,39	2,85	1,51

Espécime		MODELO A-C PROPOSTO									MODELO B-T LAYNARA		A-C	B-T		MODELO PONDERADO	
	τc, test (MPa)	ρ*fyi (MPa)	τn (MPa)	Formulação ≤ 52,5 MPa		52,5 MPa < Formulação ≤ 72,5 MPa		Formulação > 72,5 MPa		τc, calc AC (MPa)	Vc (KN)	τc, calc BT (MPa)	τc, teste/ τc, calc	τc, teste/ τc, calc	a/d	τc, calc FINAL (MPa)	τc, teste/ τc, calc
				μ1	c1 (MPa)	μ2	c2 (MPa)	μ3	c3 (MPa)								
KR-44	4,01	1,94	0,00	0,47	3,39	-1,65	4,87	0,95	3,00	4,29	301,20	2,42	0,93	1,65	0,39	2,75	1,46
KR-45	6,43	6,47	0,00	0,51	3,44	-1,40	4,56	0,95	3,00	6,72	269,13	3,24	0,96	1,98	0,59	3,40	1,89
KR-46	5,62	5,67	0,00	0,47	3,39	-1,65	4,87	0,95	3,00	6,03	241,76	2,91	0,93	1,93	0,59	3,05	1,84
KR-47	5,60	5,69	0,00	0,49	3,42	-1,53	4,71	0,95	3,00	6,18	255,44	3,08	0,91	1,82	0,59	3,17	1,76
KR-52	2,55	1,47	0,00	0,48	3,40	-1,59	4,78	0,95	3,00	4,10	153,95	1,85	0,62	1,38	0,62	1,96	1,31
KR-53	2,90	1,47	0,00	0,70	3,70	-0,18	3,10	0,95	3,00	4,72	178,99	2,15	0,61	1,35	0,62	2,26	1,28
KR-54	2,40	1,49	0,00	0,47	3,40	-1,59	4,79	0,95	3,00	4,11	153,38	1,84	0,58	1,30	0,62	1,95	1,23
KR-57	3,00	1,05	0,00	0,49	3,43	-1,48	4,66	0,95	3,00	3,94	197,35	1,58	0,76	1,90	0,41	2,27	1,32
KR-60	4,28	2,84	0,00	0,46	3,39	-1,67	4,89	0,95	3,00	4,70	147,82	1,78	0,91	2,40	0,62	2,05	2,08
KR-61	4,02	3,48	0,00	0,49	3,42	-1,50	4,68	0,95	3,00	5,12	159,06	1,92	0,78	2,10	0,62	2,23	1,81
KR-69	4,61	5,67	0,00	0,45	3,37	-1,75	4,98	0,95	3,00	5,93	142,76	1,72	0,78	2,68	0,62	2,31	2,00
KR-70	4,29	6,82	0,00	0,48	3,41	-1,56	4,75	0,95	3,00	6,69	155,13	1,87	0,64	2,29	0,62	2,57	1,67
KR-75	4,43	2,97	0,00	0,49	3,42	-1,50	4,68	0,95	3,00	4,88	215,75	1,00	0,91	4,41	0,30	3,07	1,44
KR-76	5,17	3,06	0,00	0,49	3,42	-1,51	4,69	0,95	3,00	4,91	214,99	1,00	1,05	5,17	0,30	3,09	1,68
KR-77	3,27	1,50	0,00	0,31	3,19	-2,61	6,02	0,95	3,00	3,66	203,04	1,63	0,89	2,01	0,14	3,03	1,08
KR-78	3,77	2,84	0,00	0,31	3,19	-2,61	6,02	0,95	3,00	4,08	202,93	1,63	0,92	2,31	0,15	3,36	1,12
KR-80	3,55	1,47	0,00	0,34	3,22	-2,48	5,86	0,95	3,00	3,71	202,48	1,94	0,96	1,83	0,30	2,59	1,37
KR-81	4,64	2,89	0,00	0,35	3,23	-2,40	5,76	0,95	3,00	4,24	213,08	2,05	1,09	2,26	0,30	2,92	1,59
KR-82	4,55	3,83	0,00	0,30	3,18	-2,67	6,09	0,95	3,00	4,34	170,41	2,07	1,05	2,20	0,30	2,98	1,53
KR-83	2,74	1,51	0,00	0,32	3,20	-2,55	5,95	0,95	3,00	3,69	154,16	1,85	0,74	1,49	0,53	2,01	1,37
KR-84	3,75	3,03	0,00	0,32	3,20	-2,56	5,96	0,95	3,00	4,18	152,72	1,84	0,90	2,04	0,53	2,16	1,74
KR-85	3,42	3,78	0,00	0,31	3,19	-2,63	6,04	0,95	3,00	4,36	144,30	1,75	0,78	1,95	0,53	2,17	1,58

Espécime		MODELO A-C PROPOSTO									MODELO B-T LAYNARA		A-C	B-T		MODELO PONDERADO	
	τc, test (MPa)	ρ*fyi (MPa)	τn (MPa)	Formulação ≤ 52,5 MPa		52,5 MPa < Formulação ≤ 72,5 MPa		Formulação > 72,5 MPa		τc, calc AC (MPa)	Vc (KN)	τc, calc BT (MPa)	τc, teste/ τc, calc	τc, teste/ τc, calc	a/d	τc, calc FINAL (MPa)	τc, teste/ τc, calc
				μ1	c1 (MPa)	μ2	c2 (MPa)	μ3	c3 (MPa)								
KR-86	6,06	1,53	0,00	0,50	3,43	-1,46	4,63	0,95	3,00	4,19	384,72	3,08	1,45	1,97	0,14	3,56	1,70
KR-87	5,55	2,84	0,00	0,47	3,40	-1,63	4,83	0,95	3,00	4,73	357,80	2,88	1,17	1,93	0,15	3,97	1,40
KR-88	5,35	4,06	0,00	0,46	3,39	-1,67	4,89	0,95	3,00	5,26	351,12	2,83	1,02	1,89	0,15	4,39	1,22
KR-89	4,70	1,51	0,00	0,48	3,41	-1,56	4,75	0,95	3,00	4,14	332,65	3,19	1,14	1,47	0,30	3,10	1,52
KR-90	6,67	3,01	0,00	0,50	3,44	-1,42	4,59	0,95	3,00	4,95	351,52	3,39	1,35	1,97	0,30	3,61	1,85
KR-91	6,64	3,96	0,00	0,49	3,42	-1,53	4,71	0,95	3,00	5,34	329,07	3,99	1,24	1,66	0,30	3,97	1,67
KR-92	3,44	1,51	0,00	0,49	3,43	-1,47	4,64	0,95	3,00	4,18	200,06	2,40	0,82	1,43	0,53	2,40	1,43
KR-93	4,83	3,04	0,00	0,48	3,41	-1,58	4,77	0,95	3,00	4,86	264,84	3,19	0,99	1,51	0,53	2,97	1,63
KR-94	6,14	3,96	0,00	0,47	3,40	-1,59	4,79	0,95	3,00	5,28	261,67	3,17	1,16	1,93	0,53	3,09	1,99
KR-95	6,77	1,50	0,00	0,69	3,69	-0,21	3,13	0,95	3,00	4,73	581,08	4,65	1,43	1,45	0,14	4,12	1,64
KR-96	8,98	2,97	0,00	0,70	3,71	-0,14	3,05	0,95	3,00	5,80	591,43	4,76	1,55	1,89	0,15	4,97	1,81
KR-97	7,67	3,78	0,00	0,70	3,71	-0,14	3,05	0,95	3,00	6,37	591,43	4,76	1,20	1,61	0,15	5,42	1,41
KR-98	5,43	1,50	0,00	0,72	3,73	-0,03	2,91	0,95	3,00	4,81	406,05	3,90	1,13	1,39	0,30	3,64	1,49
KR-99	7,93	3,01	0,00	0,72	3,72	-0,06	2,95	0,95	3,00	5,88	545,34	5,26	1,35	1,51	0,30	4,55	1,74
KR-100	9,26	4,02	0,00	0,70	3,71	-0,14	3,05	0,95	3,00	6,54	520,64	6,32	1,42	1,47	0,30	5,15	1,80
KR-101	4,16	1,53	0,00	0,70	3,70	-0,17	3,09	0,95	3,00	4,77	213,56	2,56	0,87	1,63	0,53	2,67	1,56
KR-102	5,21	2,98	0,00	0,73	3,74	0,01	2,86	0,95	3,00	5,90	376,56	4,54	0,88	1,15	0,53	3,89	1,34
KR-103	6,37	4,02	0,00	0,72	3,72	-0,05	2,94	0,95	3,00	6,62	436,76	5,30	0,96	1,20	0,53	4,45	1,43
KR-104	3,00	1,51	1,50	0,50	3,43	-1,44	4,61	0,95	3,00	3,44	144,92	1,74	0,87	1,73	0,17	2,78	1,08
KR-105	2,65	1,20	1,33	0,47	3,39	-1,64	4,85	0,95	3,00	3,33	151,81	1,46	0,80	1,82	0,14	2,78	0,95
KR-106	2,47	1,04	1,23	0,48	3,42	-1,53	4,72	0,95	3,00	3,32	166,58	1,33	0,74	1,85	0,11	2,85	0,87
KR-107	4,29	3,11	2,14	0,49	3,42	-1,52	4,70	0,95	3,00	3,89	215,95	2,60	1,10	1,65	0,17	3,20	1,34

Espécime		MODELO A-C PROPOSTO									MODELO B-T LAYNARA		A-C	B-T		MODELO PONDERADO	
	τc, test (MPa)	ρ*fyi (MPa)	τn (MPa)	Formulação ≤ 52,5 MPa		52,5 MPa < Formulação ≤ 72,5 MPa		Formulação > 72,5 MPa		τc, calc AC (MPa)	Vc (KN)	τc, calc BT (MPa)	τc, teste/ τc, calc	τc, teste/ τc, calc	a/d	τc, calc FINAL (MPa)	τc, teste/ τc, calc
				μ1	c1 (MPa)	μ2	c2 (MPa)	μ3	c3 (MPa)								
KR-108	3,56	2,46	1,78	0,47	3,39	-1,64	4,85	0,95	3,00	3,71	211,59	2,04	0,96	1,74	0,14	3,13	1,14
KR-109	3,58	2,06	1,79	0,50	3,44	-1,42	4,59	0,95	3,00	3,57	236,76	1,91	1,00	1,88	0,11	3,09	1,16
KR-110	6,43	6,08	3,22	0,50	3,44	-1,42	4,58	0,95	3,00	4,88	225,17	2,71	1,32	2,37	0,17	3,96	1,63
KR-111	5,47	5,00	2,73	0,47	3,40	-1,62	4,82	0,95	3,00	4,47	213,98	2,06	1,22	2,65	0,14	3,74	1,46
KR-112	5,01	4,17	2,51	0,51	3,45	-1,38	4,54	0,95	3,00	4,29	240,81	1,94	1,17	2,59	0,11	3,69	1,36
KR-113	2,60	1,51	1,30	0,52	3,46	-1,33	4,48	0,95	3,00	3,56	121,56	1,46	0,73	1,79	0,37	2,18	1,19
KR-114	2,30	1,20	1,15	0,51	3,45	-1,37	4,53	0,95	3,00	3,47	132,67	1,27	0,66	1,81	0,30	2,31	1,00
KR-115	2,34	1,01	1,17	0,57	3,52	-1,01	4,09	0,95	3,00	3,43	145,01	1,16	0,68	2,01	0,25	2,43	0,96
KR-116	3,34	3,10	1,67	0,47	3,39	-1,64	4,84	0,95	3,00	4,06	177,87	2,14	0,82	1,56	0,37	2,62	1,28
KR-117	3,11	2,31	1,56	0,47	3,40	-1,63	4,83	0,95	3,00	3,75	193,48	1,87	0,83	1,67	0,30	2,59	1,20
KR-118	3,14	2,06	1,57	0,50	3,44	-1,42	4,59	0,95	3,00	3,69	220,78	1,78	0,85	1,77	0,25	2,69	1,17
KR-119	5,62	6,21	2,81	0,50	3,43	-1,44	4,61	0,95	3,00	5,13	193,19	2,33	1,10	2,42	0,37	3,20	1,76
KR-120	4,94	4,90	2,47	0,49	3,43	-1,48	4,66	0,95	3,00	4,62	205,75	1,98	1,07	2,49	0,30	3,13	1,58
KR-121	4,11	4,12	2,06	0,48	3,41	-1,58	4,77	0,95	3,00	4,39	207,17	1,67	0,94	2,47	0,25	3,13	1,31
KR-122	1,46	1,54	0,73	0,42	3,33	-1,93	5,19	0,95	3,00	3,67	98,93	1,19	0,40	1,23	0,62	1,50	0,97
KR-123	1,44	1,22	0,72	0,50	3,44	-1,42	4,59	0,95	3,00	3,69	112,71	1,08	0,39	1,33	0,50	1,76	0,82
KR-124	1,43	1,02	0,71	0,50	3,44	-1,42	4,59	0,95	3,00	3,59	124,35	1,00	0,40	1,43	0,41	1,93	0,74
KR-126	2,37	3,42	1,19	0,52	3,47	-1,28	4,42	0,95	3,00	4,64	164,19	1,98	0,51	1,20	0,62	2,15	1,11
KR-129	2,33	2,01	1,16	0,49	3,42	-1,49	4,67	0,95	3,00	3,84	190,26	1,53	0,61	1,52	0,42	2,21	1,05
KR-131	2,94	5,76	1,47	0,50	3,44	-1,43	4,60	0,95	3,00	5,59	154,62	1,86	0,53	1,58	0,62	2,31	1,27
KR-134	3,16	3,75	1,58	0,51	3,45	-1,39	4,55	0,95	3,00	4,54	198,30	1,60	0,70	1,98	0,42	2,54	1,24
KR-135	5,34	3,99	4,01	0,70	3,71	-0,14	3,05	0,95	3,00	3,70	190,06	3,05	1,45	1,75	0,25	2,91	1,84

Espécime		MODELO A-C PROPOSTO									MODELO B-T LAYNARA		A-C	B-T		MODELO PONDERADO	
	τc, test (MPa)	ρ*fyi (MPa)	τn (MPa)	Formulação ≤ 52,5 MPa		52,5 MPa < Formulação ≤ 72,5 MPa		Formulação > 72,5 MPa		τc, calc AC (MPa)	Vc (KN)	τc, calc BT (MPa)	τc, teste/ τc, calc	τc, teste/ τc, calc	a/d	τc, calc FINAL (MPa)	τc, teste/ τc, calc
				μ1	c1 (MPa)	μ2	c2 (MPa)	μ3	c3 (MPa)								
KR-136	1,74	1,56	1,74	0,47	3,39	-1,64	4,84	0,95	3,00	3,31	90,94	1,09	0,53	1,59	0,17	2,61	0,67
KR-137	1,55	1,16	1,55	0,54	3,48	-1,20	4,32	0,95	3,00	3,28	90,41	0,87	0,47	1,78	0,14	2,69	0,57
KR-138	1,47	1,03	1,47	0,47	3,39	-1,64	4,84	0,95	3,00	3,19	98,03	0,79	0,46	1,88	0,11	2,70	0,55
KR-139	3,47	2,84	3,47	0,52	3,46	-1,31	4,46	0,95	3,00	3,13	156,99	1,89	1,11	1,83	0,17	2,55	1,36
KR-140	2,57	2,28	2,57	0,47	3,40	-1,63	4,83	0,95	3,00	3,26	164,47	1,59	0,79	1,62	0,14	2,73	0,94
KR-141	2,33	1,93	2,33	0,48	3,41	-1,56	4,75	0,95	3,00	3,22	173,66	1,40	0,72	1,66	0,11	2,77	0,84
KR-142	4,55	5,67	4,55	0,50	3,44	-1,41	4,57	0,95	3,00	4,01	217,79	2,62	1,14	1,74	0,17	3,29	1,38
KR-143	3,96	4,84	3,96	0,49	3,42	-1,50	4,68	0,95	3,00	3,85	219,66	2,12	1,03	1,87	0,14	3,25	1,22
KR-144	3,67	4,17	3,67	0,50	3,44	-1,42	4,58	0,95	3,00	3,69	233,45	1,88	0,99	1,95	0,11	3,19	1,15
KR-145	1,46	1,49	1,46	0,45	3,37	-1,73	4,96	0,95	3,00	3,39	77,62	0,93	0,43	1,57	0,37	1,95	0,75
KR-146	1,14	1,18	1,14	0,51	3,45	-1,39	4,55	0,95	3,00	3,46	83,01	0,80	0,33	1,43	0,30	2,21	0,52
KR-147	1,69	0,99	1,69	0,48	3,42	-1,53	4,72	0,95	3,00	3,08	87,60	0,70	0,55	2,41	0,25	2,12	0,80
KR-148	2,67	2,79	2,67	0,50	3,44	-1,42	4,58	0,95	3,00	3,50	138,22	1,66	0,76	1,61	0,37	2,20	1,21
KR-149	2,41	2,25	2,41	0,51	3,45	-1,37	4,53	0,95	3,00	3,37	150,07	1,45	0,72	1,67	0,30	2,28	1,06
KR-150	2,15	1,86	2,15	0,48	3,42	-1,53	4,72	0,95	3,00	3,27	155,90	1,25	0,66	1,71	0,25	2,34	0,92
KR-151	3,75	5,80	3,75	0,50	3,44	-1,42	4,59	0,95	3,00	4,47	185,10	2,23	0,84	1,68	0,37	2,84	1,32
KR-152	3,54	4,97	3,54	0,49	3,43	-1,48	4,66	0,95	3,00	4,13	198,73	1,92	0,86	1,85	0,30	2,83	1,25
KR-153	2,79	3,87	2,79	0,48	3,40	-1,59	4,78	0,95	3,00	3,92	201,22	1,62	0,71	1,72	0,25	2,82	0,99
KR-159	1,39	2,91	1,39	0,53	3,48	-1,25	4,37	0,95	3,00	4,28	126,37	1,52	0,33	0,91	0,62	1,82	0,77
KR-163	1,26	2,00	1,26	0,51	3,45	-1,36	4,51	0,95	3,00	3,83	152,50	1,23	0,33	1,02	0,42	2,11	0,60
KR-165	2,32	5,82	2,32	0,53	3,47	-1,25	4,39	0,95	3,00	5,32	156,56	1,89	0,44	1,23	0,62	2,26	1,03
KR-168	2,04	3,99	2,04	0,53	3,48	-1,24	4,36	0,95	3,00	4,52	203,60	1,64	0,45	1,24	0,42	2,54	0,80

Espécime		MODELO A-C PROPOSTO									MODELO B-T LAYNARA		A-C	B-T		MODELO PONDERADO	
	τc, test (MPa)	ρ*fyi (MPa)	τn (MPa)	Formulação ≤ 52,5 MPa		52,5 MPa < Formulação ≤ 72,5 MPa		Formulação > 72,5 MPa		τc, calc AC (MPa)	Vc (KN)	τc, calc BT (MPa)	τc, teste/ τc, calc	τc, teste/ τc, calc	a/d	τc, calc FINAL (MPa)	τc, teste/ τc, calc
				μ1	c1 (MPa)	μ2	c2 (MPa)	μ3	c3 (MPa)								
KR-169	6,77	7,99	8,46	0,72	3,73	-0,01	2,89	0,95	3,00	3,39	245,88	3,95	2,00	1,72	0,25	2,85	2,37
KR-1S	5,09	3,99	0,00	0,51	3,45	-1,36	4,52	0,95	3,00	5,49	371,97	4,48	0,93	1,14	0,59	3,70	1,38
KR-2S	5,83	4,80	0,00	0,53	3,48	-1,22	4,34	0,95	3,00	6,04	393,11	4,73	0,96	1,23	0,59	3,97	1,47
KR-3S	5,87	5,90	0,00	0,52	3,46	-1,31	4,46	0,95	3,00	6,52	377,73	4,57	0,90	1,29	0,59	4,01	1,46
KR-4S	6,45	4,18	0,00	0,51	3,45	-1,36	4,52	0,95	3,00	5,59	450,71	5,45	1,15	1,18	0,37	4,29	1,50
KR-5S	7,27	4,97	0,00	0,51	3,45	-1,36	4,52	0,95	3,00	5,99	450,71	5,45	1,21	1,33	0,37	4,49	1,62
KR-6S	8,03	6,00	0,00	0,52	3,47	-1,28	4,42	0,95	3,00	6,61	465,79	5,63	1,21	1,43	0,37	4,85	1,66
KR-10S	8,38	5,15	0,00	0,49	3,43	-1,47	4,65	0,95	3,00	5,97	457,76	5,53	1,40	1,51	0,30	4,66	1,80
KR-12S	3,70	5,19	1,85	0,68	3,67	-0,32	3,26	0,95	3,00	5,93	280,92	3,38	0,62	1,09	0,62	3,20	1,15
KR-13S	1,79	4,19	1,79	0,47	3,40	-1,62	4,82	0,95	3,00	4,53	134,98	1,63	0,40	1,10	0,62	1,93	0,93
KR-14S	1,88	6,24	1,88	0,51	3,45	-1,36	4,51	0,95	3,00	5,69	150,53	1,81	0,33	1,04	0,62	2,30	0,82
KR-15S	2,99	5,15	2,99	0,49	3,42	-1,50	4,68	0,95	3,00	4,48	174,44	2,10	0,67	1,42	0,40	2,71	1,10
KR-16S	4,06	5,13	4,06	0,49	3,42	-1,50	4,68	0,95	3,00	3,95	215,48	1,73	1,03	2,34	0,20	3,05	1,33
HC-H1	7,02	2,58	0,00	0,64	3,63	-0,52	3,51	0,95	3,00	5,29	464,96	5,44	1,33	1,29	0,32	4,20	1,67
HC-H2	6,08	2,58	0,00	0,59	3,55	-0,86	3,92	0,95	3,00	5,08	454,66	5,32	1,20	1,14	0,32	4,05	1,50
HC-H3	6,67	3,07	0,00	0,62	3,59	-0,69	3,71	0,95	3,00	5,49	503,14	5,88	1,22	1,13	0,32	4,41	1,51
HC-H4	6,78	3,07	0,00	0,63	3,61	-0,62	3,62	0,95	3,00	5,54	505,75	5,92	1,22	1,15	0,32	4,45	1,53
HC-H7	10,61	7,02	0,00	0,59	3,56	-0,84	3,88	0,95	3,00	7,73	668,76	7,88	1,37	1,35	0,30	6,18	1,72
HC-H8	10,79	7,02	0,00	0,52	3,46	-1,32	4,47	0,95	3,00	7,09	563,17	6,64	1,52	1,62	0,30	5,55	1,95
HC-H9	10,41	6,08	0,00	0,61	3,59	-0,71	3,73	0,95	3,00	7,32	697,24	8,20	1,42	1,27	0,30	6,01	1,73
HC-H10	10,14	7,02	0,00	0,56	3,52	-1,02	4,11	0,95	3,00	7,48	628,01	7,40	1,36	1,37	0,30	5,93	1,71
HC-H13	9,49	6,83	0,00	0,60	3,57	-0,79	3,82	0,95	3,00	7,68	679,88	8,02	1,24	1,18	0,30	6,18	1,54

Espécime		MODELO A-C PROPOSTO									MODELO B-T LAYNARA		A-C	B-T		MODELO PONDERADO	
	τc, test (MPa)	ρ*fyi (MPa)	τn (MPa)	Formulação ≤ 52,5 MPa		52,5 MPa < Formulação ≤ 72,5 MPa		Formulação > 72,5 MPa		τc, calc AC (MPa)	Vc (KN)	τc, calc BT (MPa)	τc, teste/ τc, calc	τc, teste/ τc, calc	a/d	τc, calc FINAL (MPa)	τc, teste/ τc, calc
				μ1	c1 (MPa)	μ2	c2 (MPa)	μ3	c3 (MPa)								
HC-H14	8,16	2,93	0,00	0,65	3,63	-0,51	3,49	0,95	3,00	5,52	500,05	5,85	1,48	1,40	0,32	4,42	1,85
HC-H19	5,82	1,58	0,00	0,73	3,74	0,05	2,82	0,95	3,00	4,90	353,86	4,14	1,19	1,41	0,30	3,75	1,56
HC-H20	10,56	4,91	0,00	0,71	3,71	-0,11	3,01	0,95	3,00	7,20	645,08	7,54	1,47	1,40	0,30	5,80	1,82
HC-H21	8,02	5,03	0,00	0,52	3,46	-1,32	4,47	0,95	3,00	6,07	563,73	6,63	1,32	1,21	0,30	4,94	1,62
HC-H22	10,23	5,03	0,00	0,74	3,76	0,11	2,74	0,95	3,00	7,51	758,27	8,92	1,36	1,15	0,30	6,26	1,63
HC-H23	8,69	5,03	0,00	0,67	3,65	-0,39	3,34	0,95	3,00	7,00	731,97	8,61	1,24	1,01	0,30	5,90	1,47
HC-H25	8,36	7,29	2,37	0,63	3,60	-0,63	3,64	0,95	3,00	6,69	609,72	7,17	1,25	1,17	0,30	5,42	1,54
HC-H26	8,13	9,53	4,59	0,63	3,61	-0,58	3,58	0,95	3,00	6,75	574,55	6,76	1,20	1,20	0,30	5,37	1,51
HC-H27	8,76	6,79	0,00	0,61	3,58	-0,74	3,76	0,95	3,00	7,73	506,73	5,97	1,13	1,47	0,30	5,78	1,52
HC-H28	5,46	1,52	0,00	0,65	3,63	-0,48	3,46	0,95	3,00	4,62	327,59	3,83	1,18	1,43	0,30	3,52	1,55
HC-H29	5,40	1,52	0,00	0,35	3,23	-2,41	5,77	0,95	3,00	3,76	239,81	2,80	1,44	1,93	0,30	2,80	1,93
HC-HT1	7,49	3,17	0,00	0,71	3,72	-0,08	2,98	0,95	3,00	5,98	532,41	6,23	1,25	1,20	0,32	4,76	1,57
HC-HM1	7,77	3,46	0,00	0,76	3,78	0,22	2,62	0,95	3,00	6,41	257,79	5,07	1,21	1,53	0,54	4,27	1,82
HC-HM2	8,40	6,15	0,00	0,72	3,72	-0,06	2,95	0,95	3,00	8,13	373,96	7,39	1,03	1,14	0,55	5,85	1,43
HC-HM3	9,97	9,18	0,00	0,71	3,71	-0,11	3,01	0,95	3,00	10,22	492,21	9,86	0,98	1,01	0,55	7,62	1,31
HC-HM7	5,21	2,59	0,00	0,65	3,63	-0,48	3,46	0,95	3,00	5,32	196,54	3,87	0,98	1,35	0,54	3,39	1,54
HC-HM8	5,02	2,59	0,00	0,75	3,76	0,14	2,71	0,95	3,00	5,70	202,03	3,97	0,88	1,26	0,54	3,56	1,41
HC-HS1	8,11	5,03	0,00	0,59	3,56	-0,85	3,90	0,95	3,00	6,54	253,30	7,03	1,24	1,15	0,32	5,26	1,54
HC-HS2	8,74	5,71	0,00	0,54	3,49	-1,19	4,30	0,95	3,00	6,57	225,15	6,25	1,33	1,40	0,32	5,10	1,71
HC-HS3	7,30	2,70	0,00	0,73	3,74	0,05	2,82	0,95	3,00	5,72	211,43	5,87	1,28	1,24	0,32	4,54	1,61
MA-A2	4,58	3,72	0,00	0,45	3,37	-1,75	4,98	0,95	3,00	5,05	119,98	3,48	0,91	1,32	0,67	3,02	1,51
MA-A3	3,64	6,90	0,00	0,47	3,39	-1,65	4,87	0,95	3,00	6,60	88,87	2,59	0,55	1,41	1,01	2,63	1,38

Espécime		MODELO A-C PROPOSTO									MODELO B-T LAYNARA		A-C	B-T		MODELO PONDERADO	
	τc, test (MPa)	ρ*fyi (MPa)	τn (MPa)	Formulação ≤ 52,5 MPa		52,5 MPa < Formulação ≤ 72,5 MPa		Formulação > 72,5 MPa		τc, calc AC (MPa)	Vc (KN)	τc, calc BT (MPa)	τc, teste/ τc, calc	τc, teste/ τc, calc	a/d	τc, calc FINAL (MPa)	τc, teste/ τc, calc
				μ1	c1 (MPa)	μ2	c2 (MPa)	μ3	c3 (MPa)								
MA-B1	6,08	4,20	0,00	0,45	3,36	-1,78	5,02	0,95	3,00	5,24	181,55	5,29	1,16	1,15	0,45	4,01	1,52
MA-B2	5,01	5,44	0,00	0,43	3,34	-1,88	5,14	0,95	3,00	5,68	153,30	4,44	0,88	1,13	0,67	3,72	1,35
MA-B3A	5,44	10,30	0,00	0,49	3,43	-1,47	4,64	0,95	3,00	8,53	131,25	3,82	0,64	1,42	1,01	3,89	1,40
MA-C1	5,71	8,45	4,17	0,48	3,41	-1,56	4,75	0,95	3,00	5,47	158,62	4,62	1,04	1,24	0,45	3,86	1,48
MA-C2	5,20	10,44	4,42	0,45	3,37	-1,73	4,96	0,95	3,00	6,10	146,65	4,29	0,85	1,21	0,68	3,70	1,41
MA-C2A	5,26	9,26	3,89	0,45	3,37	-1,74	4,97	0,95	3,00	5,80	144,22	4,22	0,91	1,25	0,68	3,60	1,46
MA-C3	4,88	14,11	3,96	0,52	3,46	-1,34	4,49	0,95	3,00	8,69	124,17	3,63	0,56	1,34	1,02	3,71	1,31
MA-D1	3,64	6,65	3,89	0,47	3,40	-1,61	4,81	0,95	3,00	4,70	101,51	2,95	0,77	1,23	0,45	2,96	1,23
MA-D2	4,42	8,36	3,89	0,46	3,38	-1,68	4,90	0,95	3,00	5,45	123,08	3,60	0,81	1,23	0,68	3,17	1,39
MA-D3	4,25	10,48	3,87	0,45	3,37	-1,74	4,97	0,95	3,00	6,36	104,56	3,04	0,67	1,40	1,01	3,10	1,37
MA-E1	8,54	9,71	5,04	0,49	3,42	-1,52	4,70	0,95	3,00	5,69	192,30	6,70	1,50	1,27	0,23	4,85	1,76
MA-E2	7,17	10,73	5,38	0,52	3,47	-1,28	4,42	0,95	3,00	6,27	162,83	5,70	1,14	1,26	0,45	4,57	1,57
MA-E3	7,56	13,17	5,59	0,50	3,44	-1,43	4,60	0,95	3,00	7,23	141,27	4,94	1,05	1,53	0,68	4,31	1,76
MA-E4	5,57	16,46	5,52	0,49	3,42	-1,53	4,71	0,95	3,00	8,73	95,03	3,31	0,64	1,68	1,01	3,37	1,66
MA-F2	5,67	10,85	5,56	0,45	3,37	-1,73	4,96	0,95	3,00	5,78	135,37	4,74	0,98	1,20	0,45	4,03	1,41
MA-F3	3,74	13,01	5,59	0,45	3,38	-1,73	4,95	0,95	3,00	6,74	82,98	2,90	0,56	1,29	0,68	2,99	1,25
MA-F4	3,73	16,68	5,52	0,48	3,41	-1,54	4,73	0,95	3,00	8,80	65,32	2,28	0,42	1,64	1,01	2,32	1,61
MA-F4A	3,66	16,70	5,52	0,45	3,37	-1,73	4,96	0,95	3,00	8,44	59,94	2,09	0,43	1,75	1,01	2,12	1,72
MA-G4	3,70	9,55	0,00	0,46	3,38	-1,71	4,93	0,95	3,00	7,74	99,86	3,45	0,48	1,07	1,00	3,47	1,07
MA-H1	10,43	11,64	5,53	0,47	3,40	-1,61	4,81	0,95	3,00	6,29	205,55	7,19	1,66	1,45	0,23	5,32	1,96
MA-H2	7,73	13,08	5,49	0,47	3,40	-1,60	4,80	0,95	3,00	6,99	165,59	5,77	1,11	1,34	0,45	4,89	1,58
MA-H3	7,38	16,69	5,54	0,47	3,39	-1,64	4,85	0,95	3,00	8,60	128,97	4,51	0,86	1,64	0,68	4,30	1,72

Espécime		MODELO A-C PROPOSTO									MODELO B-T LAYNARA		A-C	B-T		MODELO PONDERADO	
	τc, test (MPa)	ρ*fyi (MPa)	τn (MPa)	Formulação ≤ 52,5 MPa		52,5 MPa < Formulação ≤ 72,5 MPa		Formulação > 72,5 MPa		τc, calc AC (MPa)	Vc (KN)	τc, calc BT (MPa)	τc, teste/ τc, calc	τc, teste/ τc, calc	a/d	τc, calc FINAL (MPa)	τc, teste/ τc, calc
				μ1	c1 (MPa)	μ2	c2 (MPa)	μ3	c3 (MPa)								
MA-H3A	6,16	16,95	5,60	0,48	3,40	-1,59	4,78	0,95	3,00	8,81	129,66	4,54	0,70	1,36	0,68	4,35	1,41
MA-H3B	7,17	16,83	5,52	0,46	3,39	-1,67	4,89	0,95	3,00	8,62	127,18	4,45	0,83	1,61	0,68	4,27	1,68
MA-J4	3,34	11,34	3,88	0,45	3,37	-1,77	5,01	0,95	3,00	6,70	61,23	2,13	0,50	1,57	1,01	2,17	1,54
CH-TA1	10,32	4,56	0,00	0,50	3,43	-1,44	4,61	0,95	3,00	5,71	212,74	6,79	1,81	1,52	0,37	4,72	2,19
CH-TA2	9,51	4,06	0,00	0,49	3,42	-1,50	4,68	0,95	3,00	5,41	221,61	6,31	1,76	1,51	0,33	4,46	2,13
CH-TA3	11,37	4,56	0,00	0,57	3,53	-0,96	4,04	0,95	3,00	6,15	223,68	7,14	1,85	1,59	0,37	5,04	2,26
CH-TA4	10,91	4,06	0,00	0,58	3,54	-0,94	4,01	0,95	3,00	5,89	234,54	6,68	1,85	1,63	0,33	4,81	2,27
GO-WI-4	3,57	5,83	0,00	0,45	3,36	-1,78	5,02	0,95	3,00	5,96	162,61	2,32	0,60	1,54	1,00	2,32	1,54
GO-WII-4	6,79	5,83	0,00	0,45	3,36	-1,78	5,02	0,95	3,00	5,96	241,65	3,45	1,14	1,97	0,60	3,28	2,07
GO-WIII-4	9,29	5,83	0,00	0,45	3,36	-1,78	5,02	0,95	3,00	5,96	313,51	4,48	1,56	2,07	0,30	4,43	2,10
ROB-2	7,59	2,75	0,00	0,51	3,45	-1,36	4,51	0,95	3,00	4,86	602,53	5,38	1,56	1,41	0,20	4,14	1,83
ROB-3	7,90	2,72	0,00	0,51	3,45	-1,36	4,51	0,95	3,00	4,84	602,53	5,38	1,63	1,47	0,20	4,13	1,91
ROB-4	7,59	2,59	0,00	0,51	3,45	-1,36	4,51	0,95	3,00	4,78	602,53	5,38	1,59	1,41	0,20	4,09	1,86
ROB-10	6,70	2,15	0,00	0,51	3,45	-1,36	4,51	0,95	3,00	4,56	602,53	5,38	1,47	1,24	0,20	3,92	1,71
ROB-11	6,70	2,15	0,00	0,51	3,45	-1,36	4,51	0,95	3,00	4,56	602,53	5,38	1,47	1,24	0,20	3,92	1,71
ROB-12	6,65	2,21	0,00	0,51	3,45	-1,36	4,51	0,95	3,00	4,59	602,53	5,38	1,45	1,24	0,20	3,94	1,69
ROB-13	6,70	2,18	0,00	0,51	3,45	-1,36	4,51	0,95	3,00	4,57	602,53	5,38	1,47	1,24	0,20	3,93	1,70
ZE-K1	5,27	5,45	0,00	0,44	3,35	-1,82	5,07	0,95	3,00	5,74	594,61	3,30	0,92	1,59	0,50	3,37	1,56
ZE-K2	5,56	5,96	0,00	0,44	3,35	-1,82	5,07	0,95	3,00	5,97	594,61	3,30	0,93	1,68	0,50	3,45	1,61
ZE-K3	2,53	5,47	0,00	0,41	3,32	-1,99	5,27	0,95	3,00	5,57	335,17	1,86	0,45	1,36	1,00	1,86	1,36
ZE-K4	3,79	4,31	0,00	0,41	3,32	-1,99	5,27	0,95	3,00	5,09	335,17	1,86	0,75	2,04	1,00	1,86	2,04
FN-M1/B1	4,14	3,42	0,00	0,36	3,25	-2,32	5,66	0,95	3,00	4,49	302,56	1,99	0,92	2,08	0,53	2,33	1,78

Espécime		MODELO A-C PROPOSTO									MODELO B-T LAYNARA		A-C	B-T		MODELO PONDERADO	
	τc, test (MPa)	ρ*fyi (MPa)	τn (MPa)	Formulação ≤ 52,5 MPa		52,5 MPa < Formulação ≤ 72,5 MPa		Formulação > 72,5 MPa		τc, calc AC (MPa)	Vc (KN)	τc, calc BT (MPa)	τc, teste/ τc, calc	τc, teste/ τc, calc	a/d	τc, calc FINAL (MPa)	τc, teste/ τc, calc
				μ1	c1 (MPa)	μ2	c2 (MPa)	μ3	c3 (MPa)								
FN-M5/D3	3,62	2,82	0,00	0,44	3,36	-1,79	5,03	0,95	3,00	4,61	402,88	2,65	0,78	1,37	0,53	2,65	1,36
FN-M5/D4	3,95	3,50	0,00	0,36	3,25	-2,32	5,66	0,95	3,00	4,52	302,56	1,99	0,87	1,98	0,53	2,34	1,69
FN-M5/D6	6,41	5,64	0,00	0,44	3,36	-1,79	5,03	0,95	3,00	5,87	402,88	2,65	1,09	2,42	0,53	3,06	2,09
FN-M6/D2	4,61	5,49	0,00	0,44	3,36	-1,79	5,03	0,95	3,00	5,80	293,32	1,93	0,79	2,39	0,86	1,89	2,43
FN-M4/B	2,85	3,88	0,00	0,36	3,25	-2,32	5,66	0,95	3,00	4,65	189,51	2,20	0,61	1,29	0,93	2,09	1,36
FN-M3/C	3,31	4,54	0,00	0,36	3,25	-2,32	5,66	0,95	3,00	4,89	189,51	2,20	0,68	1,50	0,93	2,10	1,58
YO-B1	8,60	3,12	0,00	0,78	3,80	0,33	2,49	0,95	3,00	6,23	474,28	5,25	1,38	1,64	0,39	4,50	1,91
YO-B2	7,38	3,12	0,00	0,76	3,78	0,23	2,61	0,95	3,00	6,16	472,55	5,23	1,20	1,41	0,39	4,46	1,65
YO-C1	8,80	3,72	0,00	0,96	4,04	1,47	1,11	0,95	3,00	6,59	590,07	6,53	1,34	1,35	0,39	5,05	1,74
YO-C2	9,25	3,72	0,00	0,85	3,90	0,81	1,90	0,95	3,00	4,92	578,16	6,39	1,88	1,45	0,39	4,23	2,19
YO-D1	7,75	4,11	0,00	0,64	3,62	-0,57	3,57	0,95	3,00	6,23	529,18	5,85	1,25	1,32	0,39	4,68	1,66
YO-D2	8,86	4,11	0,00	0,84	3,88	0,72	2,02	0,95	3,00	4,96	635,44	7,03	1,78	1,26	0,39	4,44	2,00
YO-E1	7,87	5,03	1,57	0,94	4,02	1,37	1,23	0,95	3,00	5,98	655,96	7,25	1,32	1,09	0,25	5,08	1,55
YO-E2	8,86	5,03	1,77	0,98	4,07	1,61	0,94	0,95	3,00	6,20	660,92	7,31	1,43	1,21	0,25	5,23	1,69
YO-E3	11,93	8,69	2,39	1,18	4,33	2,85	-0,55	0,95	3,00	8,99	1074,22	11,88	1,33	1,00	0,25	7,80	1,53
YO-F1	10,09	6,62	2,02	1,21	4,38	3,08	-0,82	0,95	3,00	7,38	627,60	6,94	1,37	1,45	0,50	5,43	1,86
YO-F2	9,34	10,25	1,87	0,95	4,03	1,41	1,19	0,95	3,00	12,98	750,20	8,30	0,72	1,13	0,50	7,96	1,17
FA-17	5,81	5,45	0,00	0,44	3,36	-1,81	5,06	0,95	3,00	5,75	75,20	4,01	1,01	1,45	0,71	3,47	1,68
FA-25	5,91	5,54	0,00	0,51	3,45	-1,37	4,53	0,95	3,00	6,27	75,63	4,10	0,94	1,44	0,89	3,76	1,57
FA-26	6,03	3,80	0,00	0,51	3,45	-1,37	4,53	0,95	3,00	5,39	81,55	4,35	1,12	1,39	0,64	3,60	1,67
FA-33	4,89	2,45	0,00	0,54	3,49	-1,19	4,30	0,95	3,00	4,81	60,75	3,27	1,02	1,50	0,60	2,89	1,69
FA-34	6,23	8,37	0,00	0,54	3,49	-1,19	4,30	0,95	3,00	8,00	66,02	3,61	0,78	1,73	1,11	4,12	1,51

Espécime		MODELO A-C PROPOSTO									MODELO B-T LAYNARA		A-C	B-T		MODELO PONDERADO	
	τc, test (MPa)	ρ*fyi (MPa)	τn (MPa)	Formulação ≤ 52,5 MPa		52,5 MPa < Formulação ≤ 72,5 MPa		Formulação > 72,5 MPa		τc, calc AC (MPa)	Vc (KN)	τc, calc BT (MPa)	τc, teste/ τc, calc	τc, teste/ τc, calc	a/d	τc, calc FINAL (MPa)	τc, teste/ τc, calc
				μ1	c1 (MPa)	μ2	c2 (MPa)	μ3	c3 (MPa)								
FA-41	5,31	6,76	0,00	0,49	3,43	-1,47	4,64	0,95	3,00	6,78	59,86	3,24	0,78	1,64	1,10	3,66	1,45
FA-42	6,17	11,97	0,00	0,49	3,43	-1,47	4,64	0,95	3,00	9,36	58,56	3,23	0,66	1,91	1,12	3,72	1,66
FA-65	5,36	7,40	0,00	0,48	3,41	-1,56	4,75	0,95	3,00	6,96	47,83	3,47	0,77	1,55	1,20	4,37	1,23
FA-66	5,30	10,98	0,00	0,48	3,41	-1,56	4,75	0,95	3,00	8,68	38,46	2,76	0,61	1,92	1,45	4,48	1,19
FA-67	5,10	5,16	0,00	0,50	3,44	-1,42	4,58	0,95	3,00	6,03	80,62	4,07	0,85	1,25	0,83	3,62	1,41
FA-68	5,71	6,08	0,00	0,50	3,44	-1,42	4,58	0,95	3,00	6,50	66,30	3,95	0,88	1,45	0,98	3,87	1,48
FA-69	5,09	8,31	0,00	0,45	3,37	-1,73	4,96	0,95	3,00	7,14	53,39	2,89	0,71	1,76	1,10	3,27	1,56
FA-70	4,86	11,10	0,00	0,45	3,37	-1,73	4,96	0,95	3,00	8,41	35,08	2,54	0,58	1,91	1,47	4,18	1,16
FA-71	6,39	6,82	0,00	0,48	3,41	-1,56	4,75	0,95	3,00	6,68	69,37	3,79	0,96	1,69	0,90	3,52	1,82
FA-72	5,47	5,54	0,00	0,48	3,41	-1,56	4,75	0,95	3,00	6,07	70,05	3,80	0,90	1,44	0,89	3,49	1,57
FA-73	4,73	2,45	0,00	0,48	3,41	-1,56	4,75	0,95	3,00	4,59	59,03	3,17	1,03	1,49	0,60	2,79	1,70
FA-74	5,25	3,23	0,00	0,48	3,41	-1,56	4,75	0,95	3,00	4,96	45,07	3,20	1,06	1,64	0,80	2,83	1,85
FA-89	3,13	2,12	0,00	0,46	3,38	-1,69	4,91	0,95	3,00	4,36	86,89	2,59	0,72	1,21	0,67	2,36	1,32
FA-90	2,45	2,10	0,00	0,46	3,38	-1,69	4,91	0,95	3,00	4,35	69,10	2,04	0,56	1,20	0,88	1,91	1,28
FA-91	2,58	3,03	0,00	0,46	3,38	-1,69	4,91	0,95	3,00	4,78	76,39	2,26	0,54	1,14	0,89	2,12	1,22
FA-92	3,80	3,05	0,00	0,46	3,38	-1,69	4,91	0,95	3,00	4,79	94,61	2,83	0,79	1,34	0,67	2,59	1,47
FA-93	4,56	2,11	0,00	0,47	3,39	-1,64	4,85	0,95	3,00	4,38	117,40	3,48	1,04	1,31	0,44	3,02	1,51
FA-94	5,35	3,05	0,00	0,47	3,39	-1,64	4,85	0,95	3,00	4,82	119,25	3,57	1,11	1,50	0,45	3,23	1,66
FA-102	5,64	6,77	0,00	0,47	3,40	-1,59	4,79	0,95	3,00	6,62	88,79	2,77	0,85	2,04	0,77	2,70	2,09
FA-104	6,73	6,90	0,00	0,47	3,40	-1,59	4,79	0,95	3,00	6,68	107,71	3,42	1,01	1,97	0,57	3,53	1,91
FA-113	6,00	4,22	1,20	0,48	3,41	-1,58	4,77	0,95	3,00	4,85	114,03	3,46	1,24	1,74	0,50	3,12	1,92
FA-116	3,62	2,24	0,00	1,13	4,27	2,58	-0,22	0,95	3,00	5,13	88,07	2,77	0,70	1,31	0,75	2,54	1,42

Espécime		MODELO A-C PROPOSTO									MODELO B-T LAYNARA		A-C	B-T		MODELO PONDERADO	
	τc, test (MPa)	ρ*fyi (MPa)	τn (MPa)	Formulação ≤ 52,5 MPa		52,5 MPa < Formulação ≤ 72,5 MPa		Formulação > 72,5 MPa		τc, calc AC (MPa)	Vc (KN)	τc, calc BT (MPa)	τc, teste/ τc, calc	τc, teste/ τc, calc	a/d	τc, calc FINAL (MPa)	τc, teste/ τc, calc
				μ1	c1 (MPa)	μ2	c2 (MPa)	μ3	c3 (MPa)								
FA-117	4,64	3,10	0,00	1,13	4,27	2,58	-0,22	0,95	3,00	5,94	117,42	3,56	0,78	1,30	0,80	3,19	1,45
FA-T1	5,90	5,56	0,00	0,65	3,63	-0,49	3,47	0,95	3,00	7,24	79,62	5,06	0,82	1,17	0,85	4,51	1,31
FA-T2	7,79	9,34	0,00	0,65	3,63	-0,49	3,47	0,95	3,00	9,70	145,92	7,78	0,80	1,00	0,71	6,50	1,20
FA-T6	7,08	5,78	0,00	0,67	3,66	-0,34	3,28	0,95	3,00	7,56	117,31	6,11	0,94	1,16	0,70	5,08	1,39
FA-T7	8,50	10,74	0,00	0,62	3,60	-0,64	3,65	0,95	3,00	10,31	156,85	8,50	0,82	1,00	0,72	7,07	1,20
FA-T8	10,11	15,39	0,00	0,67	3,66	-0,34	3,28	0,95	3,00	14,02	173,65	9,34	0,72	1,08	0,72	8,17	1,24
FA-T9	8,31	15,50	0,00	0,62	3,60	-0,65	3,66	0,95	3,00	13,28	156,14	8,46	0,63	0,98	0,72	7,48	1,11
FA-C1	4,44	4,87	0,00	0,63	3,60	-0,62	3,63	0,95	3,00	6,66	68,56	3,81	0,67	1,17	1,04	4,02	1,11
FA-C8	8,07	4,91	0,00	0,54	3,49	-1,17	4,28	0,95	3,00	6,15	119,08	6,67	1,31	1,21	0,45	4,87	1,66
FA-C9	4,11	4,87	0,00	0,54	3,49	-1,17	4,28	0,95	3,00	6,13	65,99	3,67	0,67	1,12	1,04	3,87	1,06
FA-C21	6,28	2,75	0,00	0,62	3,59	-0,69	3,71	0,95	3,00	5,29	84,82	4,67	1,19	1,34	0,44	3,83	1,64
FA-C22	4,37	2,67	0,00	0,65	3,63	-0,50	3,48	0,95	3,00	5,36	59,88	3,19	0,82	1,37	0,71	2,88	1,52
FA-C23	2,51	2,67	0,00	0,65	3,63	-0,50	3,48	0,95	3,00	5,36	44,57	2,38	0,47	1,05	1,00	2,38	1,05
FA-C24	8,26	4,99	0,00	0,62	3,59	-0,69	3,71	0,95	3,00	6,67	123,81	7,05	1,24	1,17	0,45	5,22	1,58
FA-C25	8,32	6,11	0,00	0,64	3,63	-0,52	3,51	0,95	3,00	7,56	135,02	7,44	1,10	1,12	0,54	5,70	1,46
FA-C26	4,92	6,06	0,00	0,63	3,60	-0,62	3,63	0,95	3,00	7,41	83,98	4,59	0,66	1,07	1,02	4,74	1,04
FO-SA3	7,75	2,43	0,00	1,34	4,55	3,91	-1,82	0,95	3,00	5,32	651,86	5,87	1,46	1,32	0,34	4,30	1,80
FO-SA4	13,51	7,30	0,00	1,34	4,55	3,91	-1,82	0,95	3,00	9,94	651,86	5,87	1,36	2,30	0,34	6,79	1,99
FO-SC1-2	12,67	10,81	0,00	1,32	4,51	3,74	-1,62	0,95	3,00	13,27	566,61	7,55	0,95	1,68	0,50	7,76	1,63
FO-SC1-3	9,33	5,79	0,00	1,32	4,51	3,74	-1,62	0,95	3,00	8,50	645,02	8,60	1,10	1,09	0,50	6,50	1,44
FO-SC1-4	6,27	3,89	0,00	1,32	4,51	3,74	-1,62	0,95	3,00	6,70	458,26	6,11	0,94	1,03	0,55	4,83	1,30
FO-SC2-1	13,07	12,71	0,00	0,94	4,02	1,36	1,24	0,95	3,00	18,57	532,27	7,10	0,70	1,84	0,50	9,45	1,38

Espécime		MODELO A-C PROPOSTO									MODELO B-T LAYNARA		A-C	B-T		MODELO PONDERADO	
	τc, test (MPa)	ρ*fyi (MPa)	τn (MPa)	Formulação ≤ 52,5 MPa		52,5 MPa < Formulação ≤ 72,5 MPa		Formulação > 72,5 MPa		τc, calc AC (MPa)	Vc (KN)	τc, calc BT (MPa)	τc, teste/ τc, calc	τc, teste/ τc, calc	a/d	τc, calc FINAL (MPa)	τc, teste/ τc, calc
				μ1	c1 (MPa)	μ2	c2 (MPa)	μ3	c3 (MPa)								
FO-SC2-2	9,33	10,81	0,00	0,94	4,02	1,36	1,24	0,95	3,00	15,98	390,33	5,20	0,58	1,79	0,50	7,76	1,20
FO-SC2-3	7,73	5,79	0,00	0,94	4,02	1,36	1,24	0,95	3,00	9,14	532,27	7,10	0,85	1,09	0,50	6,11	1,26
FO-SC2-4	6,53	3,89	0,00	0,94	4,02	1,36	1,24	0,95	3,00	6,55	390,33	5,20	1,00	1,26	0,50	4,43	1,48
FO-SD1	13,33	12,71	0,00	1,38	4,60	4,17	-2,13	0,95	3,00	15,07	815,58	10,87	0,88	1,23	0,50	9,74	1,37
FO-SD2	13,33	12,71	0,00	0,98	4,07	1,62	0,93	0,95	3,00	21,51	558,03	7,44	0,62	1,79	0,50	10,63	1,25
FO-PA1	7,33	11,31	0,00	0,82	3,86	0,60	2,16	0,95	3,00	8,94	293,46	3,91	0,82	1,87	0,60	4,27	1,72
FO-PA2	10,67	13,57	0,00	0,82	3,86	0,60	2,16	0,95	3,00	10,29	400,17	5,34	1,04	2,00	0,60	5,35	1,99
FO-PB1	15,73	24,38	0,00	1,52	4,78	5,02	-3,15	0,95	3,00	26,16	581,38	7,75	0,60	2,03	0,60	10,61	1,48
FO-PB2	15,33	26,65	0,00	1,52	4,78	5,02	-3,15	0,95	3,00	28,31	792,79	10,57	0,54	1,45	0,60	12,60	1,22
FO-PC1	8,67	3,80	0,00	0,82	3,86	0,60	2,16	0,95	3,00	4,44	376,94	5,03	1,95	1,72	0,30	3,65	2,38
FO-PC2	13,87	6,06	0,00	0,82	3,86	0,60	2,16	0,95	3,00	5,79	514,01	6,85	2,39	2,02	0,30	4,82	2,87
FO-PD2	12,80	13,35	0,00	1,06	4,18	2,13	0,32	0,95	3,00	28,74	639,00	8,52	0,45	1,50	0,40	15,94	0,80
FO-PE1	10,07	26,81	0,00	1,06	4,18	2,13	0,32	0,95	3,00	57,40	262,13	3,88	0,18	2,59	1,00	3,88	2,59
FO-PE2	10,52	29,32	0,00	1,06	4,18	2,13	0,32	0,95	3,00	62,75	357,45	5,30	0,17	1,99	1,00	5,30	1,99
FO-PF1	10,00	3,80	0,00	1,52	4,78	5,02	-3,15	0,95	3,00	6,61	719,54	9,59	1,51	1,04	0,30	5,88	1,70
FO-PF2	14,00	6,06	0,00	1,52	4,78	5,02	-3,15	0,95	3,00	8,76	1000,14	13,34	1,60	1,05	0,30	7,92	1,77
FO-PG1	8,99	11,54	0,00	0,71	3,72	-0,08	2,98	0,95	3,00	11,95	339,77	4,53	0,75	1,98	0,60	5,35	1,68
FO-PG2	14,00	11,54	0,00	1,37	4,59	4,08	-2,03	0,95	3,00	13,96	709,73	9,46	1,00	1,48	0,60	8,40	1,67
RT-C1	2,13	0,73	0,00	0,59	3,56	-0,84	3,88	0,95	3,00	3,99	206,56	1,80	0,53	1,19	0,35	2,54	0,84
RT-C2	4,57	2,30	0,00	0,59	3,56	-0,84	3,88	0,95	3,00	4,92	431,12	3,94	0,93	1,16	0,37	3,54	1,29
RT-C3	2,96	1,46	0,00	0,50	3,44	-1,42	4,59	0,95	3,00	4,17	307,01	2,67	0,71	1,11	0,35	2,86	1,03
RT-C4	4,29	2,30	0,00	0,51	3,45	-1,39	4,55	0,95	3,00	4,61	353,50	3,23	0,93	1,33	0,37	3,19	1,35

Espécime		MODELO A-C PROPOSTO									MODELO B-T LAYNARA		A-C	B-T		MODELO PONDERADO	
	τc, test (MPa)	ρ*fyi (MPa)	τn (MPa)	Formulação ≤ 52,5 MPa		52,5 MPa < Formulação ≤ 72,5 MPa		Formulação > 72,5 MPa		τc, calc AC (MPa)	Vc (KN)	τc, calc BT (MPa)	τc, teste/ τc, calc	τc, teste/ τc, calc	a/d	τc, calc FINAL (MPa)	τc, teste/ τc, calc
				μ1	c1 (MPa)	μ2	c2 (MPa)	μ3	c3 (MPa)								
RT-C5	4,18	2,35	0,00	0,46	3,38	-1,68	4,90	0,95	3,00	4,47	413,39	3,60	0,93	1,16	0,35	3,26	1,28
RT-C6	4,84	2,41	0,00	0,54	3,49	-1,19	4,31	0,95	3,00	4,78	492,55	4,39	1,01	1,10	0,36	3,61	1,34
RT-C7	5,01	3,92	0,00	0,54	3,49	-1,19	4,31	0,95	3,00	5,59	529,01	4,61	0,89	1,09	0,35	4,10	1,22
RT-C8	5,14	3,14	0,00	0,49	3,43	-1,47	4,65	0,95	3,00	4,98	474,28	4,13	1,03	1,24	0,35	3,66	1,40
RT-C9	5,62	3,29	0,00	0,49	3,42	-1,49	4,67	0,95	3,00	5,04	462,50	4,23	1,11	1,33	0,37	3,68	1,53
RT-C10	5,22	3,21	0,00	0,50	3,44	-1,41	4,57	0,95	3,00	5,06	483,29	4,31	1,03	1,21	0,36	3,73	1,40
RT-C11	7,49	4,09	0,00	0,74	3,75	0,06	2,80	0,95	3,00	6,76	760,52	6,95	1,11	1,08	0,37	5,29	1,42
RT-C12	8,68	4,91	0,00	0,78	3,80	0,34	2,48	0,95	3,00	7,63	812,63	7,43	1,14	1,17	0,37	5,85	1,48
NA-C1	2,43	2,55	0,00	0,56	3,51	-1,07	4,17	0,95	3,00	4,93	238,49	2,52	0,49	0,97	0,79	2,33	1,05
NA-C1A	2,00	1,73	0,00	0,57	3,53	-1,00	4,08	0,95	3,00	4,51	186,15	1,96	0,44	1,02	0,79	1,88	1,07
NA-C2	4,21	3,69	0,00	0,43	3,35	-1,87	5,12	0,95	3,00	4,94	243,46	2,56	0,85	1,64	0,79	2,36	1,78
NA-C2A	3,37	2,59	0,00	0,43	3,34	-1,88	5,14	0,95	3,00	4,45	177,05	1,86	0,76	1,81	0,79	1,80	1,87
NA-C2B	3,58	3,36	0,00	0,41	3,32	-1,98	5,26	0,95	3,00	4,71	229,26	2,41	0,76	1,48	0,79	2,23	1,61
NA-C3	7,89	4,04	0,00	0,58	3,54	-0,96	4,03	0,95	3,00	5,86	690,03	7,77	1,35	1,01	0,28	5,06	1,56
NA-C3A	7,55	3,47	0,00	0,51	3,45	-1,36	4,51	0,95	3,00	5,23	606,92	6,84	1,44	1,10	0,28	4,50	1,68
NA-SP-1	2,48	0,73	0,00	0,58	3,54	-0,91	3,98	0,95	3,00	3,97	95,69	1,82	0,62	1,36	0,34	2,57	0,97
NA-SP2	4,84	2,36	0,00	0,64	3,63	-0,52	3,51	0,95	3,00	5,15	211,18	4,35	0,94	1,11	0,37	3,77	1,28
NA-SP-3	3,24	1,45	0,00	0,58	3,54	-0,91	3,98	0,95	3,00	4,39	146,32	2,79	0,74	1,16	0,34	3,03	1,07
NA-SP4	4,55	2,38	0,00	0,64	3,62	-0,53	3,51	0,95	3,00	5,15	208,99	4,32	0,88	1,05	0,37	3,76	1,21
NA-SP5	5,66	3,15	0,00	0,62	3,60	-0,67	3,68	0,95	3,00	5,55	275,46	5,67	1,02	1,00	0,37	4,33	1,31
NA-SP6	5,66	3,15	0,00	0,60	3,57	-0,78	3,81	0,95	3,00	5,47	266,27	5,48	1,03	1,03	0,37	4,24	1,33
NA-SP-7	5,62	3,15	0,00	0,57	3,53	-0,97	4,05	0,95	3,00	5,33	249,63	5,14	1,05	1,09	0,37	4,08	1,38

Espécime		MODELO A-C PROPOSTO									MODELO B-T LAYNARA		A-C	B-T		MODELO PONDERADO	
	τc, test (MPa)	ρ*fyi (MPa)	τn (MPa)	Formulação ≤ 52,5 MPa		52,5 MPa < Formulação ≤ 72,5 MPa		Formulação > 72,5 MPa		τc, calc AC (MPa)	Vc (KN)	τc, calc BT (MPa)	τc, teste/ τc, calc	τc, teste/ τc, calc	a/d	τc, calc FINAL (MPa)	τc, teste/ τc, calc
				μ1	c1 (MPa)	μ2	c2 (MPa)	μ3	c3 (MPa)								
NA-SP8	6,48	2,36	0,00	1,03	4,14	1,95	0,54	0,95	3,00	5,14	253,31	5,21	1,26	1,24	0,37	4,00	1,62
NA-SP9	6,07	2,36	0,00	1,24	4,41	3,25	-1,03	0,95	3,00	5,25	261,18	5,37	1,16	1,13	0,37	4,10	1,48
NA-SP10	9,26	3,93	0,00	1,24	4,41	3,25	-1,03	0,95	3,00	6,73	376,50	7,75	1,37	1,20	0,37	5,49	1,69
NA-SP11	8,74	3,15	0,00	1,18	4,34	2,90	-0,61	0,95	3,00	5,99	316,35	6,51	1,46	1,34	0,37	4,78	1,83
NA-SP12	6,58	2,36	0,00	0,65	3,63	-0,51	3,50	0,95	3,00	5,15	211,71	4,36	1,28	1,51	0,37	3,77	1,75
NA-SP13	6,48	3,15	0,00	0,70	3,71	-0,14	3,05	0,95	3,00	5,92	288,04	5,93	1,09	1,09	0,37	4,59	1,41
NA-SP14	7,61	3,93	0,00	0,67	3,66	-0,34	3,28	0,95	3,00	6,31	303,89	6,25	1,21	1,22	0,37	4,87	1,56
TO-CH0V0	11,11	5,30	0,00	1,10	4,23	2,40	0,00	0,95	3,00	8,04	371,17	8,25	1,38	1,35	0,50	6,19	1,79
TO-CH5V5	13,89	6,62	0,00	1,08	4,20	2,23	0,20	0,95	3,00	14,95	442,32	9,83	0,93	1,41	0,50	9,28	1,50
TO-CH5V0	11,89	6,62	0,00	1,04	4,14	1,96	0,52	0,95	3,00	13,51	438,72	9,75	0,88	1,22	0,50	8,74	1,36
TO-CH0V5	10,73	5,30	0,00	1,02	4,12	1,87	0,64	0,95	3,00	10,53	387,04	8,60	1,02	1,25	0,50	7,22	1,49
TO-CH4V4	12,00	6,17	0,00	1,04	4,14	1,96	0,52	0,95	3,00	12,61	421,63	9,37	0,95	1,28	0,50	8,26	1,45
TO-CH4V0	12,89	6,17	0,00	1,17	4,32	2,83	-0,53	0,95	3,00	8,86	431,95	9,60	1,45	1,34	0,50	7,03	1,83
TO-CH6V0	13,29	6,94	0,00	1,05	4,17	2,08	0,38	0,95	3,00	14,81	452,28	10,05	0,90	1,32	0,50	9,32	1,43
TO-CH4V4*	8,78	6,17	0,00	0,79	3,81	0,38	2,43	0,95	3,00	8,66	392,38	8,72	1,01	1,01	0,50	6,60	1,33
FE-CS5-4A	11,90	7,69	0,00	1,19	4,35	2,94	-0,65	0,95	3,00	10,31	116,56	9,25	1,16	1,29	0,57	7,36	1,62
FE-CD6-4A	14,29	8,38	0,00	1,19	4,35	2,94	-0,65	0,95	3,00	10,96	127,13	10,09	1,30	1,42	0,57	7,95	1,80
FE-CS6-4A	12,70	8,38	0,00	1,12	4,25	2,49	-0,12	0,95	3,00	10,96	125,70	9,98	1,16	1,27	0,57	7,89	1,61
FE-CS8-5A	15,87	12,55	0,00	1,12	4,25	2,49	-0,12	0,95	3,00	14,92	177,01	14,05	1,06	1,13	0,57	10,97	1,45
FE-CD5-4B	8,73	7,69	0,00	1,22	4,39	3,15	-0,90	0,95	3,00	10,31	91,47	7,26	0,85	1,20	0,76	6,29	1,39
FE-CD6-4B	9,84	8,38	0,00	1,22	4,39	3,15	-0,90	0,95	3,00	10,96	100,18	7,95	0,90	1,24	0,76	6,86	1,44

Espécime		MODELO A-C PROPOSTO									MODELO B-T LAYNARA		A-C	B-T		MODELO PONDERADO	
	τc, test (MPa)	ρ*fyi (MPa)	τn (MPa)	Formulação ≤ 52,5 MPa		52,5 MPa < Formulação ≤ 72,5 MPa		Formulação > 72,5 MPa		τc, calc AC (MPa)	Vc (KN)	τc, calc BT (MPa)	τc, teste/ τc, calc	τc, teste/ τc, calc	a/d	τc, calc FINAL (MPa)	τc, teste/ τc, calc
				μ1	c1 (MPa)	μ2	c2 (MPa)	μ3	c3 (MPa)								
FE-CS6-4B	9,76	8,38	0,00	1,12	4,25	2,47	-0,09	0,95	3,00	10,96	98,82	7,84	0,89	1,24	0,76	6,78	1,44
FE-CS8-5B	13,89	12,55	0,00	1,12	4,25	2,47	-0,09	0,95	3,00	14,92	141,51	11,23	0,93	1,24	0,76	9,62	1,44
FE-CS5-4C	7,94	7,69	0,00	1,37	4,58	4,06	-2,00	0,95	3,00	10,31	75,56	6,00	0,77	1,32	0,95	5,74	1,38
FE-CD6-4C	8,41	8,38	0,00	1,10	4,23	2,39	0,01	0,95	3,00	10,96	80,91	6,42	0,77	1,31	0,95	6,14	1,37
FE-CS6-4C	9,52	8,38	0,00	1,33	4,54	3,85	-1,74	0,95	3,00	10,96	82,81	6,57	0,87	1,45	0,95	6,28	1,52
FE-CS8-5C	12,38	12,55	0,00	1,37	4,58	4,06	-2,00	0,95	3,00	14,92	121,55	9,65	0,83	1,28	0,95	9,21	1,34
BO-C1-80	5,56	1,65	0,00	1,05	4,16	2,04	0,42	0,95	3,00	3,79	182,35	3,60	1,47	1,55	0,37	2,88	1,93
BO-C2-80	8,84	3,54	0,00	1,05	4,16	2,04	0,42	0,95	3,00	7,67	328,96	6,49	1,15	1,36	0,37	5,62	1,57
BO-C3-80	16,40	7,66	0,00	1,33	4,53	3,83	-1,72	0,95	3,00	10,28	462,64	9,40	1,60	1,74	0,25	8,23	1,99
BO-C1-100	19,92	9,70	0,00	1,53	4,80	5,10	-3,25	0,95	3,00	12,21	538,90	10,95	1,63	1,82	0,25	9,74	2,05
BO-C2-100	10,85	3,54	0,00	1,58	4,87	5,44	-3,66	0,95	3,00	6,37	383,94	7,57	1,70	1,43	0,37	5,26	2,06
BO-C1-120	22,70	10,25	0,00	1,88	5,26	7,31	-5,91	0,95	3,00	12,74	671,08	13,64	1,78	1,66	0,25	10,53	2,16
BO-C2-120	20,71	10,48	0,00	1,88	5,26	7,31	-5,91	0,95	3,00	12,95	609,43	12,66	1,60	1,64	0,39	9,89	2,09
CA-MI-2f10	3,53	3,42	0,00	0,76	3,78	0,22	2,62	0,95	3,00	6,38	61,77	2,76	0,55	1,28	0,93	2,63	1,34
CA-MI-2f10+4f6	4,33	6,91	0,00	0,76	3,78	0,22	2,62	0,95	3,00	9,03	84,24	3,76	0,48	1,15	0,93	3,59	1,21
CA-MII-2f10	5,31	3,42	0,00	1,17	4,32	2,81	-0,50	0,95	3,00	6,25	88,59	3,95	0,85	1,34	0,79	3,51	1,51
CA-MII-2f16	7,37	10,23	0,00	1,17	4,32	2,81	-0,50	0,95	3,00	12,72	116,05	5,18	0,58	1,42	0,79	5,04	1,46
CA-MII-2f10+4f6	8,44	6,91	0,00	1,17	4,32	2,81	-0,50	0,95	3,00	9,56	150,31	6,71	0,88	1,26	0,79	5,86	1,44
AZ-C2	2,09	1,29	0,00	0,49	3,43	-1,48	4,66	0,95	3,00	4,06	73,25	1,80	0,51	1,16	0,46	2,27	0,92

Espécime		MODELO A-C PROPOSTO									MODELO B-T LAYNARA		A-C	B-T		MODELO PONDERADO	
	τ_c , test (MPa)	ρ^*f_{yi} (MPa)	τ_n (MPa)	Formulação $\leq 52,5$ MPa		52,5 MPa < Formulação $\leq 72,5$ MPa		Formulação > 72,5 MPa		τ_c , calc AC (MPa)	V_c (KN)	τ_c , calc BT (MPa)	τ_c , teste/ τ_c , calc	τ_c , teste/ τ_c , calc	a/d	τ_c , calc FINAL (MPa)	τ_c , teste/ τ_c , calc
				μ_1	c1 (MPa)	μ_2	c2 (MPa)	μ_3	c3 (MPa)								
AZ-C3	4,13	2,75	0,00	0,52	3,46	-1,31	4,45	0,95	3,00	4,89	75,36	1,97	0,85	2,10	0,48	2,59	1,60
AZ-C4-1	4,98	5,37	0,00	0,55	3,51	-1,09	4,19	0,95	3,00	6,48	81,95	2,09	0,77	2,38	0,46	3,32	1,50
AZ-C4-2	4,85	5,37	0,00	0,51	3,45	-1,38	4,54	0,95	3,00	6,17	73,44	1,88	0,79	2,59	0,46	3,12	1,56
AZ-C5	4,17	5,39	0,00	0,49	3,42	-1,50	4,69	0,95	3,00	6,06	100,48	2,46	0,69	1,69	0,47	3,25	1,28
AZ-C6	5,06	6,65	0,00	0,50	3,44	-1,42	4,59	0,95	3,00	6,77	104,18	2,53	0,75	2,00	0,47	3,57	1,42
AZ-C7	6,20	8,93	0,00	0,53	3,47	-1,26	4,39	0,95	3,00	8,18	110,87	2,68	0,76	2,31	0,46	4,21	1,47
AZ-C8	3,48	5,19	0,00	0,38	3,28	-2,17	5,49	0,95	3,00	5,27	52,17	1,29	0,66	2,70	0,46	2,55	1,37
AZ-C9	5,51	5,15	0,00	0,64	3,62	-0,56	3,55	0,95	3,00	6,90	102,29	2,50	0,80	2,20	0,47	3,61	1,53
AZ-C10	5,67	5,49	0,00	0,49	3,42	-1,49	4,66	0,95	3,00	6,13	82,08	2,14	0,93	2,64	0,25	4,33	1,31
AZ-C11	2,78	5,22	0,00	0,50	3,44	-1,43	4,60	0,95	3,00	6,05	62,00	1,54	0,46	1,81	0,68	2,03	1,37
AZO-C11	8,15	6,30	0,00	0,67	3,66	-0,38	3,33	0,95	3,00	7,85	310,81	7,22	1,04	1,13	0,56	5,69	1,43
AZO-C12	8,90	6,30	0,00	0,76	3,78	0,24	2,59	0,95	3,00	8,60	321,75	7,48	1,03	1,19	0,56	6,03	1,48
AZO-C21	8,67	7,27	0,00	0,65	3,63	-0,50	3,48	0,95	3,00	8,34	337,07	7,84	1,04	1,11	0,56	6,12	1,42
AZO-C22	9,43	7,27	0,00	0,80	3,83	0,45	2,33	0,95	3,00	9,63	357,00	8,30	0,98	1,14	0,56	6,71	1,41
AZO-C31	9,34	8,24	0,00	0,63	3,61	-0,61	3,61	0,95	3,00	8,80	327,55	7,61	1,06	1,23	0,56	6,15	1,52
AZO-C32	9,88	8,24	0,00	0,73	3,74	0,04	2,83	0,95	3,00	9,77	377,48	8,77	1,01	1,13	0,56	6,98	1,42
AZO-C41	7,39	5,09	0,00	0,76	3,78	0,20	2,64	0,95	3,00	7,63	244,44	5,68	0,97	1,30	0,56	4,89	1,51
AZO-C42	8,15	6,18	0,00	0,78	3,81	0,36	2,45	0,95	3,00	8,65	302,87	7,04	0,94	1,16	0,56	5,83	1,40
AZO-C51	8,90	7,27	0,00	0,80	3,83	0,48	2,30	0,95	3,00	9,66	357,44	8,31	0,92	1,07	0,56	6,73	1,32
AZO-C52	9,70	7,27	0,00	0,79	3,82	0,40	2,39	0,95	3,00	9,56	356,11	8,28	1,01	1,17	0,56	6,68	1,45
AZO-C53	9,92	7,27	0,00	0,77	3,79	0,28	2,54	0,95	3,00	9,40	353,97	8,23	1,06	1,21	0,56	6,61	1,50

MÉDIA **0,99** **1,60** **1,49**
QUANTIDADE < 1,0 **212** **4** **26**