

**ESTUDO DA FADIGA DOS MÚSCULOS
FLEXORES DO COTOVELO E DOS DÍGITOS EM
CONTRAÇÃO ISOMÉTRICA**

**PROJETO DE TESE PARA OBTENÇÃO DO TÍTULO DE MESTRE
JUNTO AO PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS
MÉDICAS/FM/UNB**

ALUNA: Larissa Di Oliveira

Orientador: Prof. Dr. Carlos Alberto Gonçalves FM/UnB

Universidade de Brasília / UnB.

Dezembro, 2005.

AGRADECIMENTOS

“Aqueles que passam por nós não vão sós, não nos deixam sós.
Deixam um pouco de si, levam um pouco de nós”
(Antoine Saint-Exúpery, O Pequeno Príncipe) como:

professoras Mariella e Lia,
colaboração decisiva pra regularização deste projeto.

Marta e família,
pela generosidade com que me permitiram compartilhar do calor do seu lar.

Francisca, Suélio e Vítor
pelo carinho com que me acolheram em sua casa.

fisioterapeutas Pedro e Welber,
pela dedicação e responsabilidade com que participaram deste projeto.

Ms. Daniela, Ms. Gabrielly e doutoranda Cinthia,
amigas queridas e “sobreviventes” do ir-vir entre Goiânia e Brasília.

professora e amiga Meire,
maior incentivadora da minha carreira acadêmica.

Aos meus voluntários, pacientes e colegas da GEAP pela compreensão.

À Universidade Católica de Brasília, em nome da professora Ms. Yomara Motta e
do técnico do laboratório Renato.

Ao professor Carlos Alberto Gonçalves, ora orientador, ora amigo, por reconhecer,
acreditar e desenvolver meu potencial.

Aos meus pais, Jovino e Ernestina, ao meu irmão Djovini, e a minha vó Elza por
sempre me esperarem retornar com um abraço, seja madrugada ou dia; por
manterem o aconchego de “um ninho” no meu regresso.

Ao meu Amado, Wemerson, verdadeiro companheiro com quem divido esta
vitória.

A Deus, “meu refúgio e minha cidadela” (Salmo, 91).

RESUMO

O objetivo deste estudo foi analisar simultaneamente o comportamento de alguns músculos flexores e extensores do cotovelo durante fadiga isométrica do Bíceps Braquial. Foram coletados os EMG dos músculos Bíceps Braquial (BBL), Braquiorradial (BRD), Flexores Superficiais dos Dedos (FSD), Tríceps Braquial (TBL) e Extensores Comuns dos Dedos (ECD). Simultaneamente foram registradas a força de flexão do cotovelo e a força dos dígitos.

Foram analisadas as evoluções dos seguintes parâmetros durante o exercício: Frequência Mediana (FMN), do Ângulo de Queda da FMN (AQ-FMN), do valor do RMS e do Tempo de Resistência (TR). Participaram 12 voluntários do sexo masculino da faixa de 20 a 25 anos, não praticantes de atividade física. O protocolo experimental consistiu na flexão do membro não dominante com o antebraço em supinação e o punho em posição neutra, nos ângulos de 45°, 90° e 135° de flexão de cotovelo, com carga de 30% da Contração Voluntária Máxima (CVM), até a exaustão, em 3 dias diferentes separados por 48 horas. Os resultados mostraram uma intensa atuação do TBL, que apresentou para RMS e FMN, diferenças significativas quando comparado com os outros músculos estudados. Ao contrário do esperado, os músculos flexores apresentaram comportamentos similares entre si. O ECD, entretanto, apresentou comportamento inesperado, similar aos flexores. Foram discutidas as possíveis explicações para esses resultados.

Palavras-chaves: fadiga muscular, contração isométrica, EMG superficial, flexores e extensores do cotovelo, RMS , Frequência Mediana.

ABSTRACT

This study aimed to simultaneously analyze the behavior of some elbow flexors and extensors muscles during Biceps Brachii isometric fatigue. Surface EMGs were recorded from long head of biceps brachii (BBL), braquiorradial (BRD), flexor digitorum superficialis (FDS), lateral head of triceps brachii (TBL) and extensor digitorum (ED). Force of flexion of the elbow and force of the digits were also recorded.

The evolutions of the following parameters during exercise were analyzed: median frequency (FMN), angle of FMN fall, RMS value and resistance time (RT). The sample was composed of 12 male volunteers, aged 20-25 years, not doing physical activity. The experimental protocol consisted of an isometric flexion of the elbow of the not dominant member until exhaustion at 45°, 90° e 135° angles, with a 30% of the Maximum Voluntary Contraction (MVC) load. The forearm was kept in supine and the fist in neutral position. The results showed a sensible activity of the TBL, which exhibited for both RMS and FMN significant differences when compared to the other studied muscles. As expected, the flexor muscles presented similar behaviors between themselves. Otherwise, the ECD presented an unexpected behavior, much similar to the flexors. The possible explanations for these results had been argued.

Keyword: muscle fatigue, isometric contraction, surface EMG, flexors and extensors of the elbow, RMS, FMN.

AGRADECIMENTOS	02
RESUMO	03
ABSTRACT	04
ABREVIACOES, SIGLAS E SMBOLOS	06
1. INTRODUÇÃO	07
2. FUNDAMENTAO TEÓRICA	
2.1. Eletromiograma e seus parâmetros FMN e RMS	09
2.2. Variáveis interferentes no EMGs	11
2.3. Fadiga	12
2.4. Aspectos anatômicos dos músculos estudados	14
2.5. Comprimento das fibras musculares	17
2.6. Carga relativa	18
2.7. Conceitos para análise funcional dos músculos	18
2.8. Relação funcional das articulações do cotovelo-punho-mão	21
2.9. Preensão Cilíndrica	22
3. OBJETIVOS	
3.1. Objetivo Geral	23
3.2. Objetivos Específicos	23
4. JUSTIFICATIVA	23
5. HIPÓTESES	24
6. CARACTERIZAÇÃO DO ESTUDO	24
7. METODOLOGIA	
7.1. Sujeitos	24
7.2. Captação e Registro dos dados	25
7.3. Protocolo Experimental	28
7.4. Processamento e análise digital dos dados	30
8. RESULTADOS E DISCUSSÃO	
8.1. Considerações sobre o planejamento experimental: avaliação da correlação entre o Poder do Teste e o Tamanho da Amostra	31
8.2. Estatística Descritiva	33
8.3. Análise de Hipóteses	40
8.4. Análise da Variabilidade dos dados	43
8.5. ANOVA de medidas repetidas	43
8.6. Ângulo de Queda da curva de FMN	49
8.7. Análise dos TR (Tempo de Resistência)	53
9. CONSIDERAOES FINAIS	55
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	57
ANEXOS	
Anexo I: Questionário	61
Anexo II: Termo de Aprovação do Comitê de tica	62
Anexo III: Termo de Consentimento Livre e Esclarecido	63
Anexo IV: Ficha de Avaliação Física	64
Anexo V: Teste de lateralidade manual: Inventário de Edinburgh	65
APÊNDICES	
Apêndice I: FMN total	67
Apêndice II: RMS total	74
Apêndice III: Análise do Poder do Teste	80

ABREVIACOES, SIGLAS E SÍMBOLOS.

A/D análogo-digital

BB biceps braquial

BBC biceps braquial, cabeça curta

BBL biceps braquial, cabeça longa

BRD braquiorradial

BR braquial

CVM contrao voluntária máxima

EMG eletromiografia/eletromiograma

EMG-S eletromiografia / eletromiograma de superfície

ECD extensores comum dos dígitos

FSD flexores superficial dos dígitos

FMN frequência mediana

 Integral

MCF articulaoes metacarpofalangeanas

MMSS membros superiores

PAUM potencial de ao de unidade motora

SNC sistema nervoso central

RMS valor *root mean square* (raiz quadrada do valor quadrático médio)

VCPA velocidade de conduo do potencial de ao

TB triceps braquial

TBL triceps braquial, cabeça longa

TBC triceps braquial, cabeça curta

TR Tempo de resistência

ZI zona de inervao

1. INTRODUÇÃO

O estudo da fadiga muscular, que significa, entre várias definições existentes, conhecer o ponto de exaustão do sistema neuromuscular, ocupa a atenção de pesquisadores em diversas áreas. A fadiga muscular altera a eficácia da força contrátil e interfere no controle cortical do movimento (Chabran, 2002). Porém, apesar do desenvolvimento científico atual, o conceito de fadiga continua indefinido e, conseqüentemente, comprometendo o melhor entendimento do sistema músculo-esquelético. Por essas razões, muitos estudos sobre fadiga vêm sendo realizados, segundo os mais variados protocolos experimentais.

Nas últimas duas décadas, os sinais eletromiográficos de superfície (EMG-S) vêm sendo utilizados no estudo da fadiga muscular local e a praticidade de seu uso tem atraído vários pesquisadores (Basmajian e DeLuca, 1985; Cram JR e Kasman GS, 1998). Durante a contração voluntária podem ser observadas, no EMG-S, alterações espectrais que fornecem dados sobre a evolução da fadiga muscular (Masuda, 1999; De Luca, 1997; Mannion e Dolan, 1996; Naeije e Zorn, 1982). E já se conseguem esboçar relações de parâmetros eletromiográficos com a fadiga muscular em contrações uniarticulares (Karlsson e Gerdle, 2001; Sakurai G, *et al.* 1998; DeLuca, 1997; Gerdle *et al.*, 1997; Mannion e Dolan, 1996; Naeije e Zorn, 1982). No entanto, não há consenso na aplicação desse método, pois existem muitos fatores que podem afetar o registro e o processamento adequado do EMG-S. Dentre as várias críticas, as mais recorrentes apontam para a não padronização das metodologias de registro, de processamento e de análise do sinal (Duchene e Hogrel, 2000). Evidentemente, esses problemas metodológicos podem levar a resultados controversos.

Na sua grande maioria, os protocolos experimentais utilizam contração uniarticular, isométrica ou isotônica, variando ângulos e/ou cargas, e o registro do EMG-S no músculo isolado. Somente em protocolo de fadiga em contração isométrica do músculo bíceps braquial podemos, facilmente, encontrar várias

dezenas de publicações científicas que utilizaram distintas metodologias. Em contrapartida, muito pouco é sabido sobre a fadiga neuromuscular durante contrações múltiplas em um membro (Oda, 2001), o que dificulta a análise da ação simultânea de músculos sinergistas e antagonistas, por exemplo.

Vários são os exemplos que mostram que a análise de um músculo isolado limita as discussões. Trabalho anterior de nosso grupo de pesquisa não encontrou diferenças significativas nos parâmetros eletromiográficos de fadiga no músculo Bíceps Braquial (BBL) em diferentes comprimentos das fibras (Oliveira, 2003). Esses resultados concordam com os de alguns autores (Masuda *et al.*, 1999) e contrastam com os resultados de outros (Mannion e Dolan, 1996). Outro exemplo das contradições encontradas na literatura especializada refere-se ao estudo do torque do BBL para a flexão de cotovelo. Por exemplo, Kawakami *et al.* (citado em Oda, 2001) afirma que este músculo contribui com 47%, enquanto Provins (citado em Chabran, 2002) defende que esse valor é de 30%.

Por outro lado, os estudos simultâneos de vários músculos contribuíram com um número significativo de novos conhecimentos para a área. Graças a eles, por exemplo, sabe-se que o músculo BBL é fortemente influenciado pelo ângulo articular do cotovelo (Murray *et al.*, 2002), do ombro (Sakurai *et al.*, 1998) e do punho (Dounskaia, 1998), além do antebraço (Murray *et al.*, 1995). E mais, sabe-se que os músculos Braquiorradial (BRD) e Braquial (BR), sinergistas na flexão de cotovelo, são mais fatigáveis que o BBL (Gamet, 1989). Na mesma linha, Guevel *et al.* (2000) sugerem que o músculo BBL fadiga principalmente em movimentos lentos, enquanto o BRD em movimentos rápidos e curtos. Corcos *et al.* (2002) encontrou alteração no tempo de ativação muscular de músculos fásicos flexores do cotovelo em um protocolo de fadiga muscular. Enfim, é inquestionável a riqueza de análise e resultados propiciados pelos estudos de vários músculos em registros múltiplos simultâneos.

Uma outra variável importante, quando tratamos do músculo BBL, é a posição dos dedos da mão, ou melhor, o tipo de preensão. Os dígitos podem estar

fletidos simultaneamente à flexão do cotovelo ou estendidos. Podem também estar com o antebraço supinado ou pronado. Cada uma destas posições interfere na eficiência do BBL e determina um tipo de preensão palmar. Poucos estudos são encontrados sobre este assunto e só uma análise de vários músculos do membro superior podem esclarecer o grau de influência dos tipos de preensão sobre o BBL.

Neste estudo, nos propomos a estudar algumas questões relativas às ações musculares conjuntas. Para tanto, nos propusemos a estudar as relações temporais entre as atividades de músculos flexores e extensores do cotovelo durante protocolo de fadiga isométrica do bíceps braquial, através da evolução da FMN e do valor RMS.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1. Eletromiograma e seus parâmetros

Entende-se por eletromiografia (EMG) a leitura dos sinais elétricos correspondentes aos potenciais de ação musculares (Basmajian e DeLuca, 1985). Dois tipos de EMG são utilizados: o invasivo, que se caracteriza por utilizar eletrodos de agulha ou de fio, e o não-invasivo, o EMG-S, que utiliza eletrodos de superfície. O EMG-S tem atraído vários pesquisadores devido à praticidade do seu uso.

Um dos temas que mais atraem os estudiosos do EMG-S é o que procura entender e acompanhar a fadiga do músculo não-invasivamente. Uma forma de realizar esse estudo é pela observação das modificações espectrais do EMG-S que, por sua vez, podem ser monitoradas e quantificadas segundo alguns parâmetros. Vários parâmetros espectrais têm sido estudados: Freqüência Média - FMD (Karlsson e Gerdle, 2001), Freqüência Mediana - FMN (Masuda *et al.*, 1999), freqüência centróide (Bazzy *et al.*, 1986) e a Relação H/L - um índice obtido da divisão da energia de uma faixa pertencente a uma região de altas freqüências, H

do inglês *high*, pela energia de outra faixa, localizada nas baixas frequências, L do inglês *low* (Naraki *et al.*, 1996). Muitos autores preferem a FMN com a justificativa de que este parâmetro é menos sensível ao ruído e, aparentemente, mais sensível aos processos bioquímicos e fisiológicos que ocorrem nos músculos durante contrações sustentadas (De Luca, 1984; Merletti *et al.*, 1992), que é o caso deste nosso estudo. A FMN pode ser calculada pela seguinte equação:

$$\int_0^{FMN} S_m(f)df = \int_{FMN}^{\infty} S_m(f)df \quad (\text{equação 1})$$

Onde: $S_m(f)$ = Espectro do EMG-S;

FMN = Frequência mediana do EMG-S;

f = Frequência em hertz.

Um estudo de Masuda e colaboradores (1999) analisou o comportamento da FMN durante os dois tipos de contração muscular, isométrica e isotônica, no músculo vasto lateral. Para as duas situações, os resultados mostraram uma queda desse parâmetro com a evolução do exercício. Observaram, ainda, que durante o exercício isométrico essa queda foi mais evidente.

Mannion e Dolan (1996), a partir de um estudo realizado no músculo eretor da coluna em isometria, concluíram que a FMN também decresce com um aumento no comprimento das fibras. Esses resultados, segundo os próprios autores, estão de acordo com alguns estudos anteriores, mas em contradição com outros, o que mostra a necessidade de se continuar pesquisando este assunto.

Outro parâmetro da análise do EMG é o valor RMS (do inglês *Root Mean Square*), que tem grande importância como indicador normalizado da amplitude, ou da intensidade, do sinal no domínio temporal e corresponde, fisicamente, à potência média do sinal. Pode ser calculado pela seguinte equação:

$$m_{FMN}(t) = \sqrt{\frac{1}{T} \int_t^{t+T} m^2(t)dt} \quad (\text{equação 2})$$

Onde: $m(t)$ = Sinal EMG bruto;

T = Tempo para qual o RMS é calculado;

t = Tempo em segundos.

Este valor, de acordo com Gerdle *et al.* (1997), sofre um aumento durante contrações musculares sustentadas em níveis submáximos e máximos. Outro estudo do mesmo grupo de pesquisa (Karlsson e Gerdle, 2001) analisou o comportamento do RMS com relação à força, encontrando forte correlação entre ambos. A justificativa dada pelos autores, para explicar aquele aumento, está baseada em dois mecanismos simultâneos, o recrutamento de novas unidades motoras e o aumento na taxa de disparo.

Para outros autores, no entanto, as mudanças da frequência e da intensidade do sinal EMG são dependentes de muitos outros fatores, tais como os níveis da força de contração, o tempo de contração, a espessura do tecido subcutâneo, o tipo de eletrodo usado para captar o sinal EMG e, em particular, das características morfofuncionais do músculo investigado (De Luca, 1997).

Enfim, apesar de haver um consenso sobre a utilização desses dois parâmetros do EMG-S, RMS e FMN, para descrever acontecimentos fisiológicos e biomecânicos do músculo durante exercício isométrico extenuante, ainda restam muitas dúvidas sobre os fatores que influenciam esses parâmetros.

2.2. Variáveis interferentes no EMGs

No que se refere aos eletrodos, Zipp (1978) realizou estudos com o Bíceps Braquial realizando contração isométrica a 15% da Contração Voluntária Máxima, CVM. Mostrou que a posição relativa dos eletrodos em relação ao músculo estudado tinha grande influência sobre a amplitude do EMG. Observou, também, na configuração bipolar de registro, que a separação entre os eletrodos tem importante efeito sobre a banda-passante do espectro do sinal - quanto menor essa

distância, mais acentuada será a porção de altas frequências do espectro. A importância da variável separação é tão grande que torna desprezível o efeito do tamanho dos eletrodos desde que a distância entre os limites internos dos eletrodos se mantenha inalterada. Esses achados permitem várias conclusões, segundo o autor. Uma delas é a de que qualquer apreciação de dados relacionados a estudos espectrais do EMG requer o conhecimento da distância intereletrodos utilizada – da distância entre os limites internos das áreas de contato, mais precisamente. Outro desdobramento interessante desses achados seria que a partir da separação entre os eletrodos, pode se obter um arranjo que produza uma banda-passante específica mais adequada aos interesses particulares do estudo. Na mesma linha de estudos, Hogrel *et al.*, em 1998, obtiveram provas de que o sítio de registro do EMG tem grande influência sobre o espectro e a velocidade de condução, tanto nos seus valores iniciais como também na forma de suas evoluções ao longo de protocolos de fadiga. Assim como Zipp, concluem que em qualquer utilização mais confiável de parâmetros extraídos do EMG-S deve considerar a localização dos eletrodos. Objetivando normatizar estas variáveis a Comissão Européia (BIOMED II) criou o projeto SENIAM (*Surface EMG for Non-Invasive Assessment of Muscles*) que resultou na publicação das “Recomendações Européias para EMGS” em 1999.

Quanto à espessura da dobra cutânea, Mannion e Dolan (1996) estudaram sua relação com o valor RMS e com a frequência mediana do espectro do EMG do músculo eretor espinhal e encontraram uma correlação inversa estatisticamente significativa. Mais precisamente, observaram que o aumento da espessura do tecido atenuava os componentes de alta frequência do sinal.

2.3. Fadiga

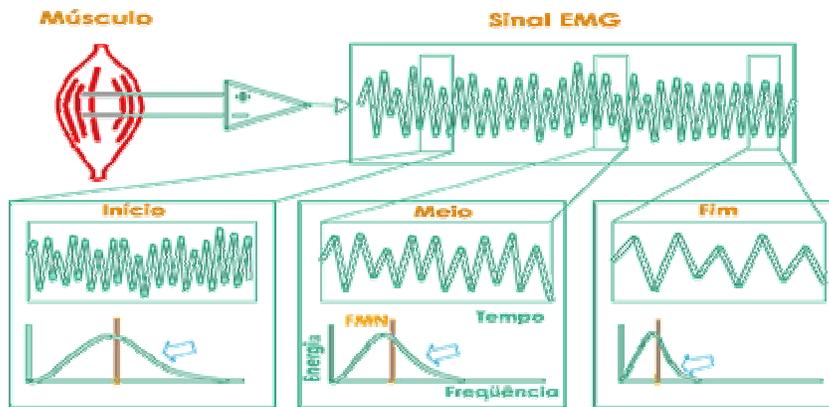
O início da fadiga pode ser definido como sendo o ponto no qual a contração muscular não consegue ser mantida (DeLuca, 1997). Muito pouco é conhecido sobre o papel dos vários fatores responsáveis pela fadiga muscular. A

continuidade do exercício depende de uma integração entre diversos sistemas individuais e por isso podemos dizer que a fadiga é um processo de causas múltiplas e inter-relacionadas (Brooks *et al.*, 1999). Alguns desses fatores são as condições ambientais, a natureza da atividade física, o nível de treinamento e o estado psicológico do indivíduo.

Paralelamente, os processos mioelétricos também estão associados à falência do músculo. Estudo feito por Naeije e Zorn (1982) mostrou que durante a fadiga muscular, devido à queda dos níveis de pH intracelular, ocorre uma diminuição na velocidade de condução do potencial de ação. Além disso, a duração do potencial de ação da unidade motora aumenta com a contração sustentada. Para os autores, então, essas duas alterações, na velocidade de condução do potencial de ação (VCPA) e na forma do potencial de ação da unidade motora (PAUM), que ocorrem com o aumento do esforço, são responsáveis pelas quedas nas frequências do espectro do EMG-S.

Em estudos da biomecânica humana será interessante monitorar a fadiga de músculos envolvidos em uma determinada tarefa. Para isso, os fisiologistas utilizam-se freqüentemente do teste de lactato sangüíneo. No entanto, podemos citar vários inconvenientes associados à utilização desse índice: é um método invasivo, baseia-se em um único metabólito, possui baixa sensibilidade à fadiga localizada (sobretudo de sistema musculares de pequena massa) e só detecta a fadiga após sua instalação. Por isso, na busca de métodos de mensuração mais adequados, várias pesquisas têm se debruçado sobre a possibilidade de o EMG-S fornecer indicadores de fadiga muscular.

Segundo DeLuca (1997), o monitoramento e a quantificação da modificação espectral durante contrações sustentadas provêem índices de fadiga que descrevem a evolução dos processos bioquímicos e fisiológicos que ocorrem nesse estado. Essas modificações espectrais, que podem ser resumidas por uma queda das frequências com o exercício continuado.



Restam muitas dúvidas, porém, sobre as correlações entre os processos fisiológicos e essas alterações no espectro. Vários trabalhos demonstram que existem correlações, mas que resta confirmar se elas são causais (Karlsson e Gerdle, 2001, Gerdle *et al.*, 1997, Mannion e Dolan, 1996). A falta dessas provas, no entanto, não invalida a busca por um índice espectral da fadiga, especialmente quando os resultados empíricos revelam suas possibilidades. Por isso, os pesquisadores da área trabalham para melhor entender esses processos e, quem sabe, confirmar essas hipóteses. A vantagem seria a de se trabalhar com um método prático, não invasivo, e capaz de acompanhar as alterações musculares em tempo real.

2.4. Aspectos anatômicos dos músculos estudados.

2.4.1. Músculos flexores do cotovelo

	Bíceps Braquial (BBL)		Braquiorradial (BRD)
	Bíceps Braquial, cabeça longa (BLL)	Bíceps Braquial, cabeça curta (BBLC)	
Origem	Tubérculo supra-glenoidal da escápula	Processo Coracóide da escápula	Crista supracondilar lateral do úmero
Inserção	Tuberosidade do rádio		Processo estilóide do rádio
Ação	Flexão do cotovelo e supinação do antebraço		Flexão do cotovelo
Inervação	Nervo musculocutâneo - raízes C5 e C6		Nervo radial - raízes C5 e C6
Irrigação	Ramo muscular da artéria braquial		Artéria radial recorrente

O músculo bíceps braquial possui duas cabeças, com origem no ombro, que se unem formando um único ventre muscular na face anterior do braço. É um músculo superficial e de razoável volume. Seu tendão se insere no rádio e, por isso, contribui com a supinação. Quando o antebraço está em pronação, a tuberosidade do rádio é girada mais medialmente e o tendão do BBL enrola-se parcialmente em torno do rádio. Durante a supinação, o BBL se contrai e gira o antebraço.

O músculo BRD cruza o antebraço anterior e lateral desde o cotovelo até o punho. É superficial e fácil de ser palpado, principalmente na posição neutra de antebraço. O músculo braquial (BR), por ser mais profundo e mais facilmente registrado em EMG invasivo, não foi observado neste estudo.

2.4.2. Músculo flexor dos dígitos

Flexor Superficial dos Dedos (FSD)	
Origem	Epicôndilo medial do úmero
Inserção	Base da falange média, dedos 2-5
Ação	Flexão nas articulações IF proximal e MF, dedos 2-5 e mão
Inervação	Nervo mediano - raízes C7, C8 e T1
Irrigação	Ramos musculares das artérias radial e ulnar

O músculo FSD se situa na face anterior do antebraço e mais profundamente em relação aos músculos flexores do punho. Possui uma inserção proximal larga e distalmente faz parte do tendão comum dos músculos flexores do epicôndilo medial do úmero. Cruza o punho e se divide em quatro tendões, cada um deles seguindo para um dedo. Distalmente, sua inserção se divide em duas partes que se fixam aos dois lados da falange média de cada dedo.

2.4.3. Músculos antagonistas

Tríceps Braquial (TBL)			
	Tríceps Braquial, cabeça longa (TBLL)	Tríceps Braquial, cabeça curta (TBLC)	Tríceps Braquial, cabeça média (TBLM)
Origem	Túberculo infraglenoidal da escápula	Tubérculo maior, face posterior do úmero	Face posterior do úmero
Inserção	Olécrano da ulna		
Ação	Extensão do cotovelo		
Inervação	Nervo radial - raízes C7 e C8		
Irrigação	Ramo muscular da artéria braquial profunda		

O músculo tríceps braquial (TB) possui três cabeças e está localizado na parte posterior do braço. A cabeça longa é medial, a cabeça curta é lateral e a cabeça medial é profunda, situada abaixo das outras duas cabeças. As três cabeças se reúnem para formar o ventre do músculo, que ocupa toda face posterior do braço. Assim como o braquial, as cabeças curta e média não podem ser estudadas neste trabalho.

	Extensor Comum dos Dedos (ECD)
Origem	Epicôndilo lateral do úmero
Inserção	Base das falanges médias e distais, dedos 2-5
Ação	Extensão das articulações MF, IF proximal e distal, dedos 2-5
Inervação	Nervo interósseo posterior - raízes C6, C7 e C8
Irrigação	Artéria interóssea posterior

O músculo ECD é superficial e localiza-se na parte posterior do antebraço. Faz parte do tendão comum dos músculos extensores no epicôndilo lateral do úmero e se divide em quatro tendões. Ao passar sob o retináculo dos músculos extensores no punho se insere na falange distal dos 2º ao 5º dedos através da expansão extensora.

2.5. Comprimento das fibras musculares

Um aspecto morfológico de particular interesse para o nosso estudo refere-se ao comprimento das fibras. No BBL, o comprimento das fibras musculares é determinado pelo ângulo formado entre o braço e o antebraço, de forma que quanto menor esse ângulo, menor é o comprimento do músculo. Bazzzy *et al.* (1986) estudaram, no BBL, as correlações entre a Frequência Centróide, FC, do espectro, e o comprimento das fibras musculares. Esses pesquisadores estudaram dois comprimentos de fibras, correspondentes aos ângulos de 45° e 135° entre o braço e antebraço. Seus resultados mostraram menores valores de FC quando as fibras estavam na posição mais alongada. Infelizmente, o trabalho apresenta características metodológicas que dificultam a comparação com estudos similares. Por exemplo, a FC não é a mais comum nem a mais indicada. Além disso, os indivíduos usaram uma mesma carga dada em valores absolutos e não um valor normalizado, proporcional à CVM de cada indivíduo.

Estudo feito por Arendt-Nilsen *et al.* (1992) mostrou que a VCPA decresce com o maior comprimento da fibra. Os autores explicam este fato baseados em uma outra pesquisa (Masuda *et al.*, 1999): quando um músculo é alongado, seu diâmetro total provavelmente diminui, mudando assim a VCPA. O modelo do volume condutor sugere que a VCPA aumenta com a raiz quadrada do raio da fibra. Como visto anteriormente, a VCPA possui ligação com o espectro de frequências do EMG-S. Assim, se o comprimento da fibra muscular altera a VCPA, deve também alterar o espectro.

Para verificar a influência desta variável com maior precisão, adotamos em nosso estudo três diferentes ângulos formados entre o braço e o antebraço: 45°, 90° e 135°. Com esses valores nós estudamos situações que remetem, respectivamente, a 3 estados do BBL: encurtado, em posição intermediária clássica, e mais alongado.

2.6. Carga relativa

Outra variável de grande influência no sinal EMG e que deve ser sempre levada em consideração é a carga trabalhada pelo músculo, pois sua influência sobre os parâmetros do EMG-S, principalmente o RMS, é bastante conhecida. A dúvida que ainda paira sobre esta variável diz respeito a detalhes de sua atuação sobre esses parâmetros.

Bilodeau *et al.* (1990) associam o aumento da carga e, portanto, da força exercida pelo músculo, a dois fatores: o aumento da taxa de disparo das UMs (unidades motoras) já recrutadas e o recrutamento de novas UMs. Esses autores afirmam, ainda, que, o primeiro fator produz a queda da FMN enquanto o segundo gera o seu aumento.

Por outro lado, Karlsson e Gerdle (2001) deixam claro que existe uma correlação positiva entre a carga e o valor RMS. Enfim, como esta variável possui influência significativa nos parâmetros do espectro EMG, decidimos estudá-la utilizando um valor médio/baixo, de forma a termos um tempo de registro (TR, Tempo de Resistência) maior que permitisse um maior número de pontos de observação. Além disso, a adoção de um valor proporcional à CVM de cada indivíduo, permite a comparação entre resultados deste e de outros estudos.

2.7. Conceitos para classificação funcional dos músculos

Para realizarmos uma análise funcional consistente dos flexores do cotovelo e dos dedos, alguns conceitos devem ser esclarecidos.

Podemos classificar um músculo quanto ao seu desempenho durante uma determinada ação muscular. O músculo será *agonista*, ou *motor primário*, quando for o maior responsável pela produção do movimento desejado. Será *antagonista* quando se opuser ao movimento realizado pelo agonista. Essa oposição pode

ocorrer em duas condições: na primeira, o antagonista não consegue impedir o agonista, pois está inibido pelo Sistema Nervoso Central - SNC (inibição recíproca); na segunda condição, o antagonista e o agonista se contraem simultaneamente, criando a situação conhecida como *co-contração*. Este fenômeno é importante para estabilidade articular. O músculo pode, ainda, ter o papel de *sinergista*, uma das funções estudadas neste trabalho.

Segundo Sherrington (1913), citado em Buchanan *et al.* (1989), músculos sinergistas são aqueles que apresentam modelos de ativação similares na geração de um dado movimento ou força. Muitos estudos sobre sinergismo baseiam-se na teoria do controle motor que afirma ser o Sistema Nervoso Central o controlador de cada grau de liberdade e de cada um dos numerosos músculos envolvidos no movimento multissegmentar como o membro superior (MS). Vários estudos têm demonstrado que praticamente não existem agonistas puros. Por exemplo, os trabalhos de Buchanan *et al.* (1986 e 1989), em se observou o músculo braquial sendo ativado conjuntamente com o BBL em várias direções, em proporções variadas ao longo do movimento. Há pelo menos três formas de um músculo atuar como *sinergista*, ou *agonista secundário*, como preferem alguns autores: (a) auxílio direto ao agonista, assumindo parte da ação muscular desejada; (b) realiza co-contração estabilizando, assim, articulações que realizariam ações indesejadas; e (c) neutraliza ação secundária indesejada dos agonistas. Fica evidente, portanto, que o estudo dos músculos sinérgicos pode auxiliar na melhor compreensão de fenômenos como a fadiga e a coordenação muscular.

Aplicando esses conceitos aos músculos de nosso interesse, focalizamos três flexores do cotovelo, BBL, BRD e BR, e o antagonista do BBL, o TBL. O BBL, além de motor primário na flexão de cotovelo, é sinérgico na flexão de ombro e na supinação do antebraço em contração máxima. O BRD, devido à sua localização, sofre influências da posição do antebraço, mas não é afetado pela posição do ombro; age como estabilizador em qualquer posição do antebraço, como agonista secundário nas posições supino e prono, e como agonista primário na posição pronada contra resistência. O Braquial age somente no cotovelo, sendo sinérgico

do BBL em qualquer condição; é considerado o músculo de mobilidade ou de arranco.

O TBL atua como antagonista por co-contração do BBL ao estabilizar o cotovelo no movimento de flexão, sendo que a mais forte estabilização ocorre a 90° de flexão de cotovelo; atua, também, como neutralizador da flexão quando o BBL estiver atuando como supinador. A cabeça longa do TBL sofre influência do posicionamento do ombro, pois em hiperextensão, esse músculo se torna inativo para realizar a extensão de cotovelo, o que não ocorre quando está na linha média, junto ao tronco. As cabeças curta e medial do TBL não são afetadas pela posição do ombro; em esforços máximos, porém, todas as três cabeças são ativadas.

Temos, ainda, da relação de músculos de nosso interesse, o FSD, agonista primário da flexão nos dedos e secundário no punho. Já o ECD age como estabilizador da ação secundária do FSD.

O músculo também pode ser classificado quanto ao número de articulações em que realiza movimento. Por exemplo, o BRD será *uniarticular* por agir unicamente no cotovelo; o BBLL e o TBLL serão *biarticulares* porque interferem no ombro e no cotovelo; o FSD e o ECD serão *multiarticulares* porque agem sobre o cotovelo, punho e dedos.

Os músculos bi ou multiarticulares são incapazes de se encurtarem simultaneamente em todas as articulações por onde passam, limitação essa que é chamada de *insuficiência ativa*. Neste caso, o músculo tem a capacidade diminuída de produzir ou manter sua tensão ativa, e isto ocorre nas posições de encurtamento máximo. Por outro lado, para a maioria das pessoas, os músculos bi e multiarticulares não podem ser estendidos o suficiente para que se consiga uma amplitude plena de movimento na direção oposta, em todas as articulações por onde passam, o que denominamos de *insuficiência passiva*.

2.8. Relação funcional das articulações do cotovelo-punho-mão

Estudos prévios como de Gribble & Ostry (1998), afirmam que os músculos uni, bi ou multiarticulares do cotovelo, mesmo sinérgicos no ombro, estão fortemente correlacionados com o movimento da articulação do cotovelo e não correlacionados com o ombro. Por outro lado, os músculos uniarticulares do ombro não estão relacionados com o movimento do cotovelo e, por isso, não serão observados neste trabalho.

Segundo Hunter *et al.* (2003), o EMG do BBL não se altera em contração fatigante de 20%, 40% e 60% da CVM com o cotovelo em 90° de flexão. No mesmo experimento, fica claro que ocorre o aumento dos músculos BBL, BRD e BR. O músculo BBL torna-se ainda mais interessante quando Yamaguchi *et al.* (1990), citado em Gribble & Ostry (1998), demonstra que, apesar dele ser um músculo biarticular e flexor do ombro e do cotovelo, age principalmente neste último.

Na posição de supinação do antebraço, a atividade do BBL é maior do que a dos outros flexores (Jamison JC & Caldwell GE, 1993; Buchanan *et al.*, 1989; Buchanan *et al.*, 1986). Esse músculo é mais ativo em 135° com antebraço em supinação. O BRD, apesar da pequena variação de seu torque, é mais ativo na posição neutra do antebraço ao contrário do BBL segundo Buchanan *et al.* (1989) ou na posição de prono segundo Jamison JC & Caldwell GE (1993). No trajeto de pronação/neutra/supinação, o TBL continuou relativamente inativo provavelmente pelo fato de se fixar na ulna, que não participa do movimento de rotação do antebraço.

Apesar de o TBL geralmente não se envolver em flexão isométrica do BBL, principalmente em 45° (Hasan & Enoka, 1985), o TBL será registrado para determinar se a co-contração desse antagonista reduz a força do BBL.

No geral, o punho tem pouca relação inter-funcional com as articulações mais proximais do MS. A maior contribuição do punho parece ser no controle da

relação comprimento-tensão nos músculos multiarticulares da mão e no ajuste da oposição dos dedos. Por isso, neste estudo não observamos os músculos do punho. Além do mais, na posição neutra do punho, os flexores dos dedos (FPD e FSD) possuem a capacidade geradora de força duas vezes maior do que os próprios flexores do punho (flexores radial e ulnar do carpo), segundo Delp *et al.* (1996), fato devido à relação ideal comprimento-tensão. Contudo, na posição neutra de punho, com preensão cilíndrica, temos maior atividade do FSD e do ECD.

2.9. Preensão Cilíndrica

As tarefas executadas pela mão são todas organizadas para o funcionamento geral do corpo visando o desempenho de atividades da vida diária (AVDs), necessárias para a sobrevivência, sua relevância é comparada somente com a locomoção. Apesar dos inúmeros padrões de movimentos das articulações da mão, Napier em 1956, citado em Durward *et al.* (2001), identificou os dois padrões básicos encontrados como *preensão de força* e *preensão de precisão*. Segundo Landsmeer em 1962, citado em Norkin (2001), podemos diferenciar os dois tipos de preensões baseado no fato de que a preensão de força apanha o objeto e mantém-se na *fase estática*, enquanto a segunda apanha o objeto e o movimenta entre as articulações da mão, não ocorrendo a fase estática.

Lehmkuhl e Smith (1983), também citado em Durward *et al.* (2001), subdividem ainda mais a preensão de força em *preensão cilíndrica*, em *gancho* e *esférica*. A preensão cilíndrica é encontrada quando a superfície palmar da mão inteira envolve um objeto cilíndrico como uma lata de suco. Na fase estática da preensão cilíndrica, ainda mais se exigir maior atividade flexora dos dedos, temos a ação do músculo FSD e do ECD, principalmente em funções isométricas. Daí a nossa escolha em se estudar os músculos FSD e ECD, além do fato de que possuem seus ventres musculares mais superficiais facilitando, assim, o registro eletromiográfico.

3. OBJETIVOS

3.1. Objetivo Geral

Estudar as relações temporais entre as atividades de músculos flexores e extensores do cotovelo durante protocolo de fadiga isométrica do bíceps braquial, através da evolução da FMN e do valor RMS.

3.2. Objetivos Específicos

Estudar o comportamento de dois músculos flexores do cotovelo – BBL e BRD - e o agonista secundário, o FSD.

Estudar a relação agonista-antagonista na flexão de cotovelo através do estudo do comportamento dos músculos BBL e TBL.

Avaliar as contribuições dos músculos FSD e ECD, flexor e extensor dos dígitos, respectivamente, durante a flexão do cotovelo em protocolo isométrico.

4. JUSTIFICATIVA

Nos estudos em exercício sustentado em que um único músculo é observado, as correlações entre os processos fisiológicos da fadiga e o EMG-S ainda não foram elucidadas. É natural perguntar sobre o papel dos outros músculos, agonistas e antagonistas, nesse fenômeno. O registro múltiplo das atividades desses músculos pode contribuir para a evolução do conhecimento na área. Esse tipo de estudo, no entanto, é raro. Este trabalho, ao contribuir para reduzir essa lacuna, busca colaborar para a melhor compreensão do comportamento dos músculos que participam da flexão do cotovelo em exercício de fadiga.

5. HIPÓTESES

No movimento de flexão de cotovelo, o músculo BBL é agonista principal contando com pouquíssima ajuda dos seus sinergistas como BRD e FSD.

Na contração isométrica do músculo BBL com preensão cilíndrica, o FSD e o BRD caminhem para a fadiga numa taxa de queda da FMN inferior à do BBL.

Na contração isométrica do músculo BBL com preensão cilíndrica, o músculo TBL não participa da flexão de cotovelo.

6. CARACTERIZAÇÃO DO ESTUDO

Esta pesquisa tem caráter experimental e interdisciplinar pois envolve conceitos das Ciências Médicas, Biológicas e Exatas. É estudo transversal de medidas repetidas do tipo fatorial 3x5x40 em 12 sujeitos.

7. METODOLOGIA

7.1. Sujeitos

Participaram deste estudo 12 indivíduos voluntários. Os critérios de inclusão foram: sexo masculino, nível de escolaridade universitário, entre 20 e 25 anos de idade e não praticante de atividade física (esportiva e/ou recreativa). Para participarem do estudo os voluntários tinham que:

- 1) responder a um questionário (Anexo I);
- 2) conhecer o laboratório bem como os equipamentos e o protocolo experimental;
- 3) serem saudáveis e não terem nenhuma história de qualquer desordem ósteo-articular ou neuromuscular de MMSS;

4) assinar um Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (Anexo III) aprovado pelo Comitê de Ética da Faculdade de Medicina /UnB (Anexo II).

7.2. Captação e registro dos sinais

7.2.1. Força

O monitoramento da força em cada sessão foi feito por dois transdutores de força *Hand Dynamometer*, da marca Biopac – modelo SS25L (Figura 1). O punho foi envolvido por uma pulseira que conectava perpendicularmente o antebraço com o transdutor 1, via cabo de aço, até ao solo. Este sistema registrava a força de tração do referido sistema e que correspondia à força do músculo BB (Figura 2). Este mesmo sinal, apresentado na tela do computador, foi também utilizado para monitoramento da carga pelo sujeito experimental.



Figura 1: Foto ilustrativa de um transdutor de força, *Hand Dynamometer*



Figura 2: Foto ilustrativa do transdutor 1, coletando a força do BBL.



Figura 3: Foto ilustrativa do transdutor 2, coletando a força de flexão dos dígitos, à 45° de flexão de cotovelo. Demonstra, também, a pulseira no punho que interliga o antebraço com o transdutor 1.

Na mão, outro *Hand Dynamometer* (transdutor 2) registrava a força de apreensão dos dígitos. Esta não era visualizada pelo sujeito e era diretamente armazenada em disco magnético (Figura 3). Os transdutores foram calibrados

diariamente pelo próprio *software* da Biopac Student Lab PRO 3.6.5®, conforme recomendação do fabricante.

7.3.2.EMG de superfície (EMG-S)

Para coletarmos os 7 canais simultaneamente (5 canais de EMG-S e 2 canais de força), foram utilizados 3 modelos MP30 (Figura 4), da marca BIOPAC®. Este é um sistema, com 4 canais de entrada, que agrega as funções de amplificação, filtragem e conversão analógica-digital. Foi desenvolvido um dispositivo para que, ao acionar concomitantemente os três MP30, fosse imposto um sincronismo temporal entre todos os canais. O dispositivo fornecia, pelas suas 3 saídas, uma onda quadrada (*trigger*) que se conectava à entrada de número 4 de cada um dos MP30. Se chamarmos cada MP30 de *sistema*, poderemos descrever a distribuição dos canais pelos 3 MP30: os canais. O dispositivo fornecia, pelas suas 3 saídas, uma onda quadrada (*trigger*) que se conectava à entrada de número 4 de cada um dos MP30. Se chamarmos cada MP30 de *sistema*, poderemos descrever a distribuição dos canais pelos 3 MP30:

- ⇒ Sistema A: 02 canais de EMG (músculos BB e TB), 01 canal de força do BB e 01 canal de *trigger*;
- ⇒ Sistema B: 02 canais de EMG (músculos FSD e ECD), 01 canal de força dos dígitos e 01 canal de *trigger*;
- ⇒ Sistema C: 01 canal de EMG do músculo BRD e 01 canal de *trigger*.

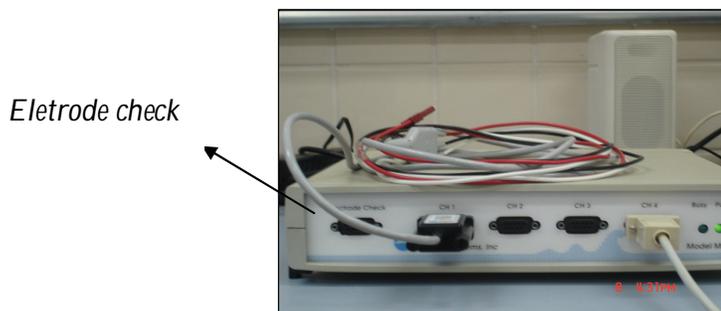


Figura 4: Foto ilustrativa de um MP30, com 4 canais para entrada de dados e um canal chamado *eletrode check* que não foi usado neste estudo.

O registro do EMG-S foi feito em 5 músculos distribuídos em 3 grupos:

- ⇒ Flexores do cotovelo: cabeça longa do Bíceps Braquial (BBL); Braquiorradial (BRD);
- ⇒ Flexores dos dígitos: Flexor Superficial dos Dígitos (FSD);
- ⇒ Antagonistas: cabeça lateral do Tríceps Braquial (TBL); Extensor Comum dos Dígitos (ECD).

A pele foi preparada com tricotomia, sabão neutro, abrasão com bucha vegetal e lixa até que a impedância entre eletrodos fosse igual ou inferior a 30K Ω , monitorada por multímetro digital.

Para garantir o melhor controle do sítio de registro, baseamo-nos em uma rigorosa observação das estruturas anatômicas. Inicialmente, no teste piloto com 10 voluntários, utilizamos um aparelho de eletroestimulação para localizar o ponto motor, evitá-lo, e definir o sítio de registro. Quando esse sítio foi comparado os sítios recomendados pelos manuais de eletromiografia de superfície e pela literatura especializada, a concordância foi total. Por uma questão de simplicidade, durante o experimento abandonamos a detecção do ponto motor, retendo apenas as recomendações da literatura, baseadas na anatomia, e que são as seguintes:

- ⇒ BB: 2/3 distal anterior sobre a linha média, entre o acrômio medial e a fossa cubital;
- ⇒ TBL: 2cm lateral, na altura de 50% sobre a linha média entre o olécrano e a crista posterior do acrômio;
- ⇒ BRD: no ventre muscular, aproximadamente a 4 cm do epicôndilo lateral do cotovelo, com o punho em posição neutra;
- ⇒ ECD: $\frac{3}{4}$ distal e medial, na face posterior do antebraço, fazendo extensão dos dedos como punho em posição neutra;
- ⇒ FSD: $\frac{3}{4}$ distal e medial, na face anterior do antebraço, fazendo flexão dos dedos com o punho em posição neutra.

Antes da fixação dos eletrodos, com o auxílio de um adipômetro, foram medidas as dobras cutâneas em cada sítio de registro. Os eletrodos, normalmente

utilizados pra eletrocardiograma, são bipolares passivos de Ag/AgCl (Meditrace®), de formato circular, com 3,6 cm de diâmetro total e com 1,0 cm de diâmetro da região de captação, eram posicionados paralelamente às fibras musculares. A distância inter-eletrodos foi fixada em 36 mm.

O eletrodo de referência foi colocado no pulso contra-lateral ao membro testado. Esta escolha, pouco convencional, se deveu ao pouco espaço deixado no membro testado após a colocação dos eletrodos de EMG-S e da pulseira com o transdutor de força. O gel eletrolítico foi o da marca Carbogel®.

No MP30, a frequência de amostragem de todos os canais foi de 2 KHz, o que corresponde a uma valor 4 vezes superior à frequência máxima do sinal EMG-S, estimada em 500 Hz. Os sinais eletromiográficos tiveram um ganho de 2500, os sinais de força tiveram um ganho de 500 e o sinal de *trigger* um ganho de 1000. A banda-passante foi de 30 Hz a 500 Hz, definida por um filtro FIR do tipo 2.

A aquisição dos dados foi controlada pelo programa Biopac Student Lab PRO® 3.6.5 que acompanha o MP30 e os sinais digitalizados foram armazenados em disco magnético para posterior processamento.

7.3. Protocolo Experimental

Todo o protocolo foi executado no Laboratório de Estudos em Fisiologia Digital – LEFID da Universidade Católica de Brasília (UCB) através de um acordo de cooperação científica entre a UnB e a UCB. Durante todas as sessões da fase experimental a sala permaneceu isolada, em temperatura ambiente, e com o acesso restrito aos pesquisadores e ao voluntário.

No primeiro dia de teste, foram feitas as medidas antropométricas (Anexo IV) e o teste de dominância manual segundo Inventário de Edinburg. (Anexo V), sempre pelo mesmo avaliador.

Vale ressaltar que em boa parte da nossa revisão encontramos estudos no membro dominante, mas nenhum usou qualquer teste de confirmação; outros nem sequer preocupou-se com a dominância manual, ou melhor, com a variável de treinamento muscular; Hunter e Enoka (2001) e Hunter *et al.*(2003) estudaram o membro não-dominante em protocolo isométrico mas também não citaram nenhum teste de averiguação. Não há consenso na literatura em relação à relevância de se estudar o membro dominante ou não, nem mesmo no PROJETO SENIAM 8. Então, na tentativa de minimizar o efeito muscular do treinamento em atividades diárias, e diante da dificuldade em padronizar este viés em um sujeito sedentário, optamos pelo membro não-dominante, desejando o máximo da condição do não treinamento.

Inicialmente, foi determinada a força de Contração Voluntária Máxima, CVM, do músculo Bíceps Braquial (BB) no braço não-dominante. O sujeito realizou uma contração máxima por 3 vezes, com no mínimo 3 minutos de intervalo de repouso entre as tentativas. O valor da força de CVM considerado foi o maior valor conseguido pelo sujeito.

Nos outros 3 dias de teste, cada indivíduo realizou contrações isométricas com carga de trinta por cento (30%) da CVM utilizando os músculos flexores do cotovelo do braço não dominante, na posição supina de antebraço e neutra de punho, nos seguintes ângulos de cotovelo: 45°, 90° e 135°. Cada ângulo foi escolhido por sorteio no momento da sessão de coleta e foi testado em dias separados, com intervalo mínimo de 48 horas entre cada sessão para que se desse a recuperação da fadiga neuromuscular.

Os ângulos do cotovelo foram determinados e mantidos com a ajuda de um ergômetro especialmente projetado e fabricado para nosso laboratório pelo Centro de Manutenção de Equipamentos, CME, da Universidade de Brasília e já testado em outros estudos. Esse dispositivo teve, também, a função de manter constantes os ângulos articulares propostos e o contato entre o membro e o tronco na postura em pé. O indivíduo ficou em pé, afastado da tela do microcomputador

por 1,10 m, com o tronco totalmente encostado ao ergômetro e o pé contralateral posicionado à frente (Figura 5).

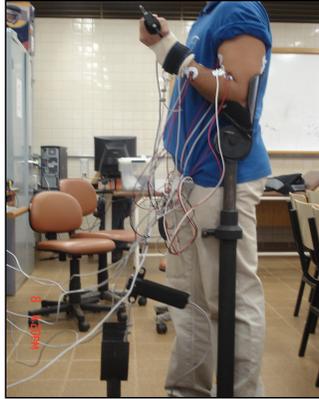


Figura 5: Foto ilustrativa em perfil de um voluntário realizando contração isométrica à 45° de flexão de cotovelo.

O exercício básico foi constituído de contração isométrica do BB mantendo uma carga de 30% da CVM, em um dos ângulos selecionados, até a exaustão. A exaustão, que marcava o final da coleta, foi caracterizada como a impossibilidade de manutenção da força no nível indicado. Durante o exercício, além do comando verbal do pesquisador, o indivíduo contava com uma informação visual na tela do microcomputador que indicava, continuamente, tanto o valor da sua força quanto o valor da carga a ser mantida

7.4. Processamento dos sinais e análise dos dados

O processamento dos sinais foi dividido em 3 etapas: agrupamento, recorte e cálculo. Considerando que os sinais foram coletados em três sistemas diferentes, fez-se necessário, inicialmente, unir os 10 canais em um mesmo arquivo, o que chamamos de fase de agrupamento. A partir de então o sinal passou a ser denominado de *senal bruto*. Esta etapa foi realizada com o programa Biopac Student PRO.

Com o mesmo programa, o sinal bruto foi recortado com os seguintes objetivos: (a) eliminar os sinais de *trigger* e sincronizar todos os 7 sinais restantes; (b) com base nos sinais de força, eliminar as fases iniciais e finais dos sinais de EMG, em que a força estava distante da carga estabelecida e fora de uma faixa

aceitável. Esta faixa foi arbitrariamente definida pelos valores de 30% da CVM $\pm 15\%$; e (c) descarte dos canais de força.

Os 5 sinais EMG restantes, recortados, foram utilizados na terceira e última fase do processamento, a dos cálculos.

O processo da fadiga foi avaliado pelo deslocamento da Freqüência Mediana (FMN) no espectro do sinal calculado por meio da Transformada Rápida de Fourier. A ativação muscular foi analisada pelos valores RMS. O programa de processamento (SPEC) foi desenvolvido por nossa equipe em MATLAB 5, conforme algoritmos descritos em Gonçalves (1982) e contém as ferramentas necessárias para o cálculo do valor da FMN e do RMS, além de permitir a definição do tamanho das janelas e das subjanelas de observação. A janela temporal escolhida foi a de Hamming, de 1s, com o método Welch de subjanelamento (sobreposição de 50%). Até o tamanho de 1 s, garante a literatura especializada, o EMG pode ser considerado estacionário. O subjanelamento serve para reduzir o erro dos estimadores de FMN e RMS.

Antes da análise, fizemos a normalização dos dados utilizando o *software ORIGIN®*. O eixo X (do TR's) foi normalizado para 40 pontos e, em seguida, o eixo Y (das FMN e do RMS) foram normalizados pelo seu valor máximo. Para a análise dos dados usamos o pacote *Statistica 6.0®*.

8. RESULTADOS E DISCUSSÃO

8.1. Considerações sobre o planejamento experimental: avaliação da correlação entre o Poder do Teste e o Tamanho da Amostra

A seguir apresentaremos os resultados da avaliação prévia dos valores adequados para o tamanho da amostra e para o poder do teste, realizada para orientar a escolha do tamanho adequado da amostra para esta pesquisa.

Inicialmente, devemos lembrar que o nosso experimento foi planejado para respeitar um modelo fatorial de medidas repetidas, do tipo $3 \times 5 \times T$. O primeiro número representa os 3 níveis do fator ângulo, o número 5 representa os níveis do fator músculo, e T representa os níveis do terceiro fator, o temporal. Em outras palavras, T representa o número de mensurações repetidas que serão feitas ao longo do tempo, durante o intervalo chamado de tempo de resistência. Esse valor foi inicialmente definido como sendo igual a 20. E isso porque nossa hipótese inicial era de que 20 pontos seriam suficientes para caracterizar o comportamento da curva de EMG durante o tempo de resistência, previsto para durar, no máximo, algo em torno de 3 minutos, segundo nossos testes pilotos.

Faltava definir N, o tamanho da amostra. Para modelos experimentais razoavelmente complexos, como o nosso, os manuais de estatística aconselham que se use o método da Distribuição Não-Central de F. Esse método, que calcula o Poder do Teste em função do tamanho da mostra escolhido, exige, vale lembrar, 3 valores para executar os cálculos: os graus de liberdade do numerador (GL_{numer}), os graus de liberdade do denominador (GL_{denom}) e o parâmetro de não-centralidade (δ). Os cálculos dos GL foram feitos com base nas fórmulas de Kirk (1995) e o de δ com base nas indicações de Steiger e Foulardi (1997). Maiores detalhes sobre as fórmulas empregadas encontram-se no Apêndice I.

Para realizar os cálculos do Poder do Teste (ANOVA - 3 fatores), restava informar o N, o tamanho da amostra. Para o valor escolhido arbitrariamente, de 10 sujeitos experimentais, os cálculos produziram um Poder ($1-\alpha$) igual a 0,9999696, muito acima dos 0,95 aceitos universalmente.

Com isso, na fase inicial do projeto, de planejamento, concluímos que um N igual a 10 e uma série de 20 medidas repetidas satisfariam plenamente às nossas necessidades. No momento da implantação do protocolo experimental, porém, ocorreu que superamos as previsões teóricas iniciais, pois utilizamos um N igual a 12 e uma série de 40 medidas repetidas.

8.2. Estatística descritiva

8.2.1. Sobre os dados da amostra

Apresentamos algumas das características físicas de nossos voluntários. A amostra foi constituída de estudantes universitários não praticantes de atividades físicas há, pelo menos, um ano. Essa característica pode explicar a considerável variabilidade, já esperada, de algumas medidas como o peso corporal e a dobra cutânea; em compensação, a mesma característica permite uma maior generalização dos resultados.

Tabela 1: Dados antropométricos dos 12 voluntários. Valores expressos em Média e Desvio Padrão.

Idade	Peso	Altura	Dobra cutânea (mm)					Circunferência (cm)	
			BBL	TBL	BRD	FSD	ECD	braço	antebraço
22,8	73,4 Kg	1,74 m	6,6	12,0	8,2	4,6	6,7	31,0	25,8
$\pm 2,2$	$\pm 16,7$	$\pm 0,6$	$\pm 4,5$	$\pm 7,0$	$\pm 3,7$	$\pm 1,7$	$\pm 2,3$	$\pm 4,0$	$\pm 2,1$

A seguir, na Tabela 2, apresentamos os valores médios da CVM registrados na fase inicial do protocolo. Observar a razoável semelhança entre as médias e as variabilidades nos vários ângulos e a tendência ao aumento da CVM com o ângulo.

Tabela 2: CVM dos 12 Voluntários. Valores expressos em Média e Desvio Padrão

CVM 45° (Kg)	CVM 90° (Kg)	CVM 135° (Kg)
24,9 \pm 5,8	28,7 \pm 5,1	30,6 \pm 7,7

8.2.2. Sobre os valores de FMN e de RMS

Nossos resultados foram resumidos em duas tabelas, uma de FMN e outra de RMS. Cada tabela é formada por 7200 valores, provenientes da interação dos 05

músculos, 03 ângulos e 40 medidas repetidas em 12 voluntários. Apenas como ilustração, apresentamos, a seguir, extratos dessas duas tabelas (Tabela 3 e Tabela 4), com os valores normalizados e os respectivos TR de cada coleta (Tabelas 5).

Tabela 3: dados parciais do FMN normalizado (tabela completa em Apêndice).

		TABELA FMN TOTAL														
		voluntário 1														
Pontos Amostrais (T)	45°					90°					135°					
	BBL	BRD	FSD	ECD	TBL	BBL	BRD	FSD	ECD	TBL	BBL	BRD	FSD	ECD	TBL	
T1	1,00	1,00	0,93	0,97	0,97	0,85	0,99	1,00	0,84	0,93	1,00	0,54	0,90	0,63	1,00	
T2	0,98	0,48	0,98	0,96	1,00	0,95	0,90	0,98	0,92	0,97	0,91	1,00	1,00	1,00	0,85	
T3	0,92	0,83	0,87	0,90	0,54	0,97	0,94	0,89	0,97	1,00	0,87	0,97	0,94	0,86	0,89	
.																
.																
T40	0,85	0,65	0,78	0,67	0,74	0,75	1,00	0,81	0,84	0,69	0,70	0,66	0,60	0,67	0,77	

Tabela 4: dados parciais do RMS normalizado (tabela completa em Apêndice).

		TABELA RMS TOTAL														
		voluntário 1														
Pontos Amostrais (T)	45°					90°					135°					
	BBL	BRD	FSD	ECD	TBL	BBL	BRD	FSD	ECD	TBL	BBL	BRD	FSD	ECD	TBL	
T1	0,35	0,50	0,45	0,33	0,44	0,37	0,55	0,71	0,44	0,54	0,07	0,32	0,20	0,45	0,22	
T2	0,54	0,74	0,66	0,58	0,69	0,40	0,62	0,84	0,69	0,60	0,49	0,69	0,51	1,00	0,61	
T3	0,56	0,71	0,65	0,62	0,76	0,50	0,70	0,80	0,70	0,74	0,48	0,72	0,58	0,90	0,62	
.																
.																
T40	0,86	0,82	0,83	0,61	0,89	0,85	0,72	1,00	0,39	0,85	0,45	0,29	1,00	0,73	0,62	

Tabela 5: TR de cada sessão, em segundos.

sujeito	TR - Tempo de Resistência (s)		
	45°	90°	135°
1	162,19	226,50	160,01
2	164,00	190,80	233,14
3	165,99	148,72	154,40
4	177,83	133,92	157,36
5	154,51	130,00	71,41
6	94,49	196,18	175,34
7	154,16	167,92	178,97
8	259,04	223,17	153,55
9	196,24	217,49	217,92
10	219,43	209,29	169,25
11	197,44	174,23	147,39
12	120,76	276,00	179,02

8.2.2. Estatística descritiva dos valores da FMN e do RMS.

a) Sobre a relação global da FMN e do RMS com os ângulos

Os Gráficos 1 e 2, que resumem os valores globais, para todos os músculos, de FMN e RMS, mostram que os valores médios dos dois parâmetros não apresentam qualquer tendência muito clara.

É até mesmo possível observar, para o caso da FMN, que a variabilidade é um pouco menor em 135°. É necessário questionar, em se tratando de uma grande média de todos os ângulos, se todos os músculos apresentam a mesma característica em 135°, ou se os comportamentos são heterogêneos, porém mascarados pelo estimador da média.

De qualquer forma, isto pode estimular uma reflexão sobre as correlações entre as características desse estado do músculo-alongado e com diâmetro

reduzido – com o sinal eletrofisiológico estudado. Sobre esse ponto, vale lembrar que alguns autores afirmam que há uma relação entre a VCPA e o diâmetro do músculo. Segundo Arendt-Nilsen et al. (1992), com o encurtamento da fibra há um aumento do seu diâmetro o que provoca um aumento na velocidade de condução dos potenciais de ação (VCPA); em contraponto, a posição alongada causaria o efeito contrário. No entanto, Masuda (1999) demonstrou que outros fatores, tais como fluxo sanguíneo, ácido láctico e concentração de potássio extracelular também podem afetar a VCPA, além do diâmetro da fibra. Esses efeitos simultâneos podem explicar os diferentes comportamentos dos músculos nos ângulos de 45°, 90° e 135°.

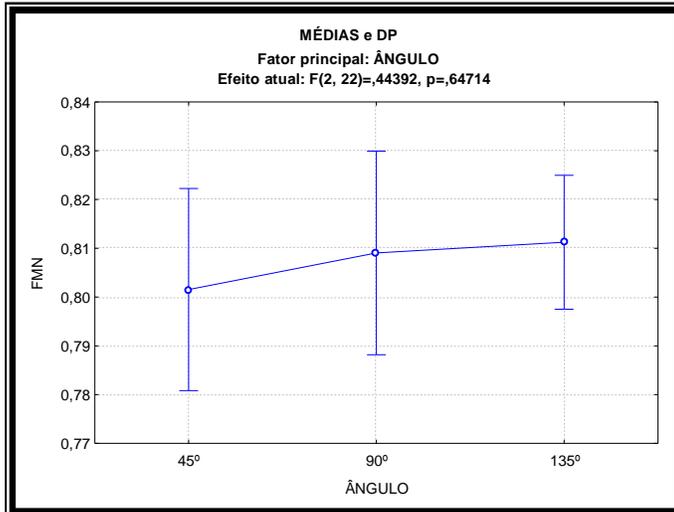


Gráfico 1: Médias e DP dos valores de FMN normalizados nos 03 ângulos estudados.

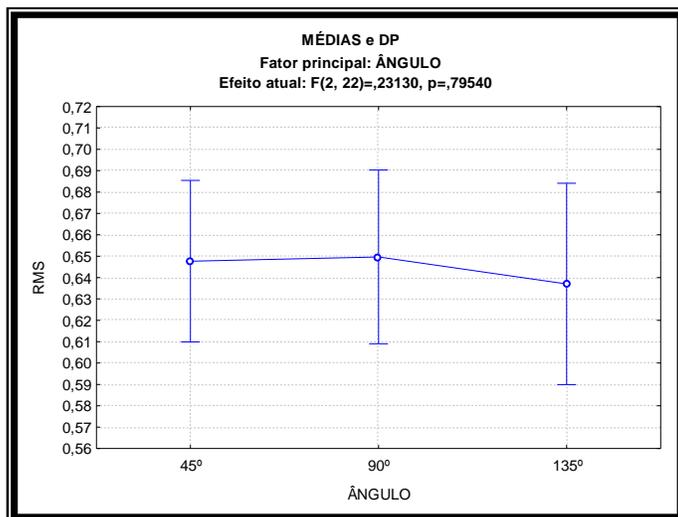


Gráfico 2: Médias e DP dos valores de RMS normalizados nos 03 ângulos estudados.

b) Sobre a relação da FMN e do RMS com os músculos

Este estudo é, na realidade, um detalhamento do estudo global apresentado no item anterior.

Inicialmente, observando os Gráficos 3, 4 e 5, encontramos um comportamento mais homogêneo das variabilidades de FMN, para todos os músculos estudados, no ângulo de 135°. Este dado certamente reforça e esclarece as observações feitas anteriormente.

Com base nos mesmos gráficos, é possível observar que o músculo TB destoa, e apresenta clara tendência em apresentar menores valores médios de FMN em todos os ângulos estudados. Esses valores de TB podem ser interpretados de duas maneiras: ou sua freqüência inicial começa em valores muito mais baixos ou desce até valores mais baixos do que os dos outros. Outros estudos, que apresentaremos mais tarde, poderão elucidar esta questão.

Ainda com base nos mesmos gráficos, se, por um lado, para os flexores primários ou secundários – BB, BRD e FSD – registra-se, como já era esperado, um comportamento similar, por outro lado surpreende o fato de um antagonista da flexão do cotovelo, o ECD, apresentar valores próximos aos flexores e, por isso, distante do TB, o outro antagonista estudado. Há uma similaridade das médias e do DP, nos valores de FMN e de RMS, principalmente entre FSD e ECD (ver Gráficos 3, 5, 7 e 8). Na tentativa de explicar, mesmo que parcialmente este fenômeno, poder-se-ia especular se essas diferenças não estariam novamente associadas ao comprimento das fibras musculares uma vez que o comprimento do TB se altera nos diferentes ângulos estudados enquanto o comprimento do ECD não sofre variação em todo o protocolo.

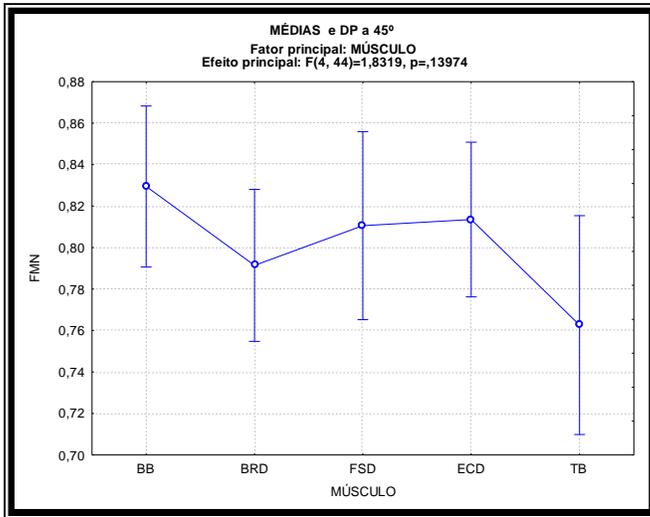


Gráfico 3: Médias e DP dos valores de FMN normalizados a 45° nos 05 músculos estudados.

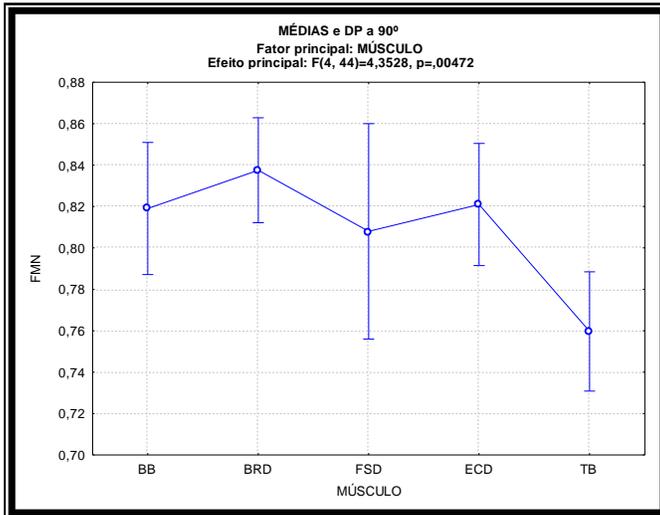


Gráfico 4: Médias e DP dos valores de FMN normalizados a 90° nos 05 músculos estudados.

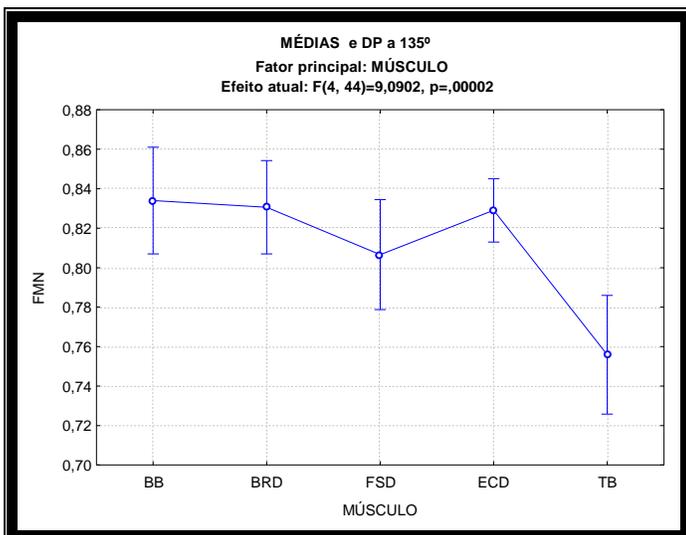


Gráfico 5: Médias e DP dos valores de FMN normalizados a 135° nos 05 músculos estudados.

Os Gráficos 6, 7 e 8 apresentam o RMS distribuído pelos músculos.

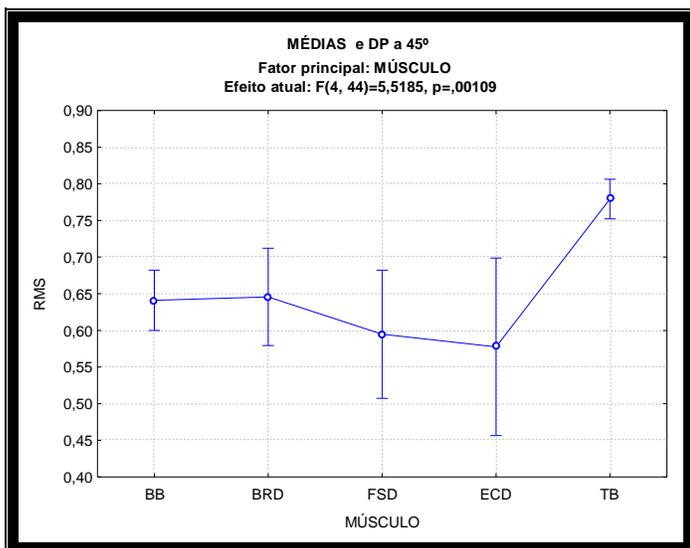


Gráfico 6: Médias e DP dos valores de RMS normalizados a 45° nos 05 músculos estudados.

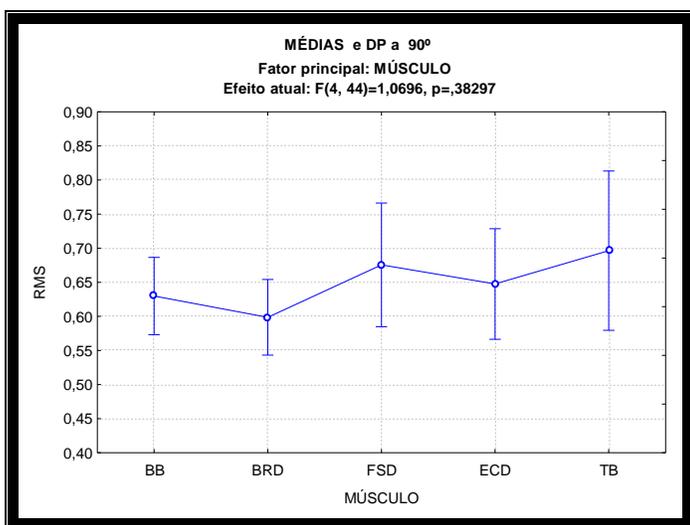


Gráfico 7: Médias e DP dos valores de RMS normalizados a 90° nos 05 músculos estudados.

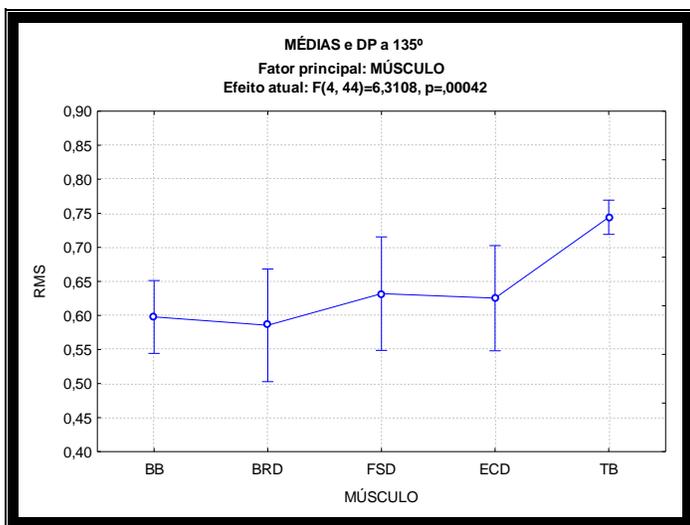


Gráfico 8: Médias e DP dos valores de RMS normalizados a 135° nos 05 músculos estudados.

Como no caso da FMN, o TB se apresenta como o único destoante, em todos os ângulos, diferenciando-se novamente do outro antagonista, o ECD. Estes gráficos, que são detalhamentos do Gráfico 2, estudado no item anterior, mostram o que era difícil observar neste último, onde a tendência de RMS em apresentar valores menores aparecia de forma muito sutil.

Finalmente, chama a atenção o fato de os valores RMS de TB serem os maiores, em todos os ângulos. Era de se esperar que os maiores esforços fossem desenvolvidos pelos agonistas, continuaremos esta discussão no Gráfico 20.

8.3. Teste de Hipóteses (FMN e RMS)

Se a estatística descritiva é a ferramenta adequada para se adquirir uma visão geral dos dados e para analisar tendências, os testes de hipóteses permitem verificar se há diferenças significativas entre os grupos estudados.

a) Teste de normalidade dos dados

Como é sabido, os testes de normalidade são necessários para orientar a escolha dos testes estatísticos corretos. Para isso, utilizamos o Teste de Shapiro-Wilk W.

A seguir, como exemplo ilustrativo dos resultados deste estudo, apresentaremos apenas parte dos gráficos; neste caso, os dados normalizados referentes ao comportamento da FMN para o BB em 45°, em três fases, inicial, intermediária e final do tempo de exercício, este normalizado para 40 pontos de observação (T1-T40).

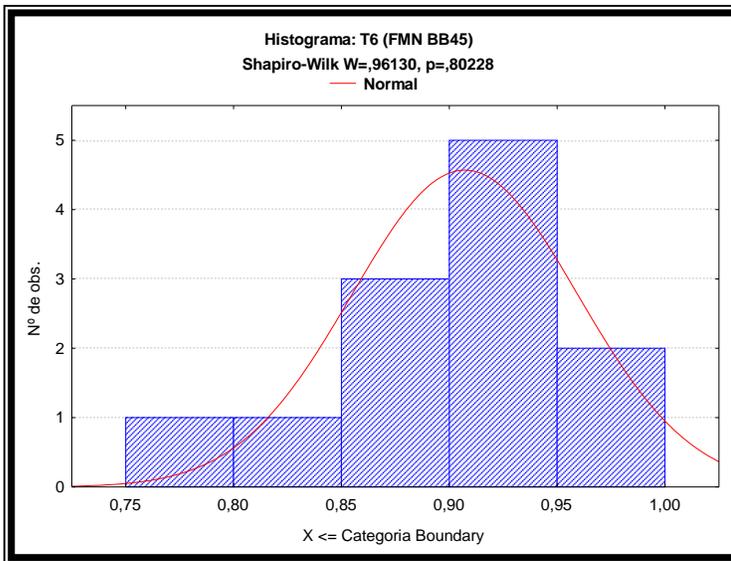


Gráfico 9: Histograma da distribuição de dados normalizados de FMN de 12 sujeitos, músculo BB, ângulo 45°. Os dados do ponto T6 correspondem à fase inicial do experimento.

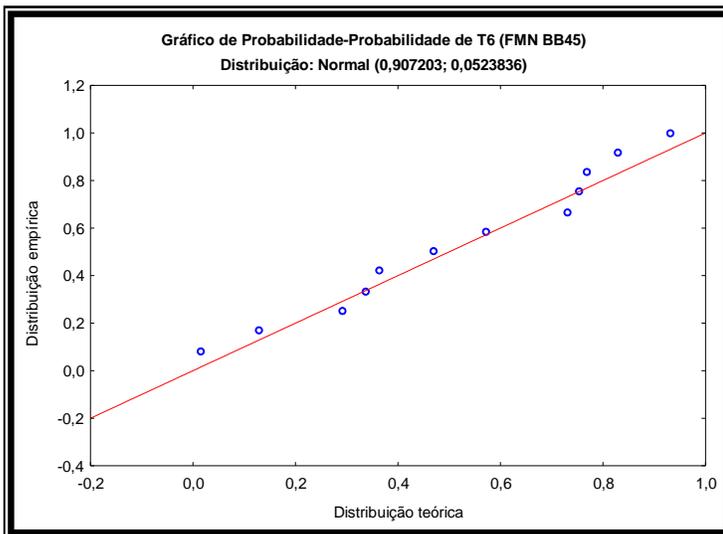


Gráfico 10: Probabilidade teórica x probabilidade empírica de dados normalizados de FMN de 12 sujeitos, músculo BB, ângulo 45°. Os dados do ponto T6 correspondem à fase inicial do experimento.

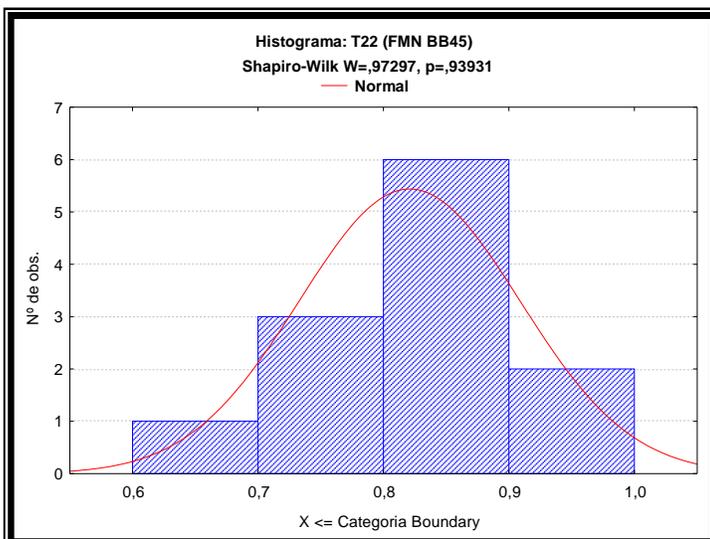


Gráfico 11: Histograma da distribuição de dados normalizados de FMN de 12 sujeitos, músculo BB, ângulo 45°. Os dados do ponto T22 correspondem à fase intermediária do experimento.

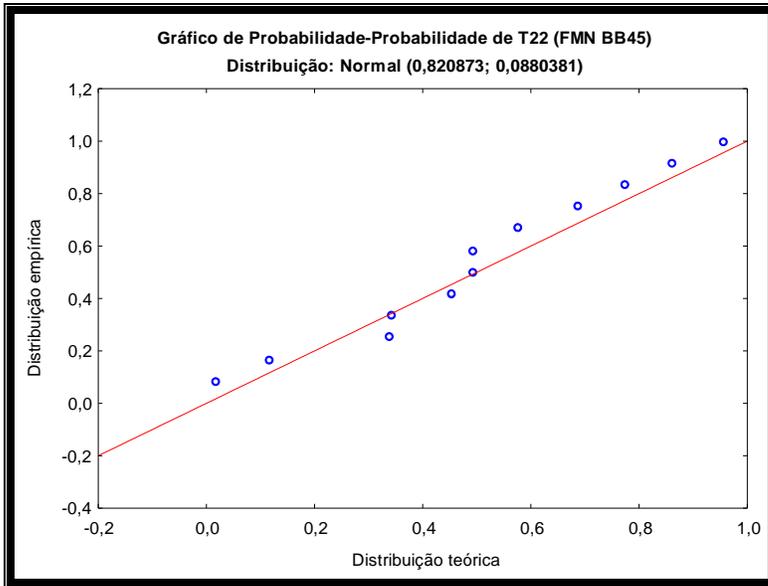


Gráfico 12: Histograma da distribuição de dados normalizados de FMN de 12 sujeitos, músculo BB, ângulo 45°. Os dados do ponto T6 correspondem à fase inicial do experimento.

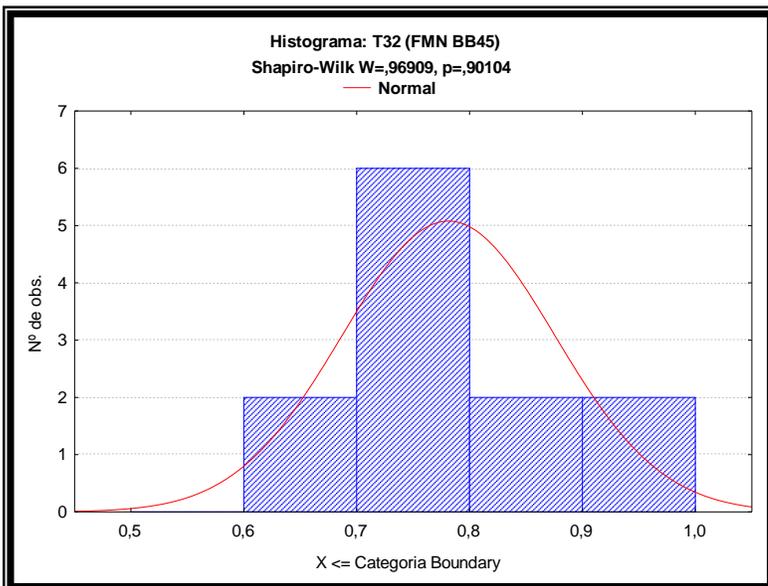


Gráfico 13: Histograma da distribuição de dados normalizados de FMN de 12 sujeitos, músculo BB, ângulo 45°. Os dados do ponto T32 correspondem à fase final do experimento.

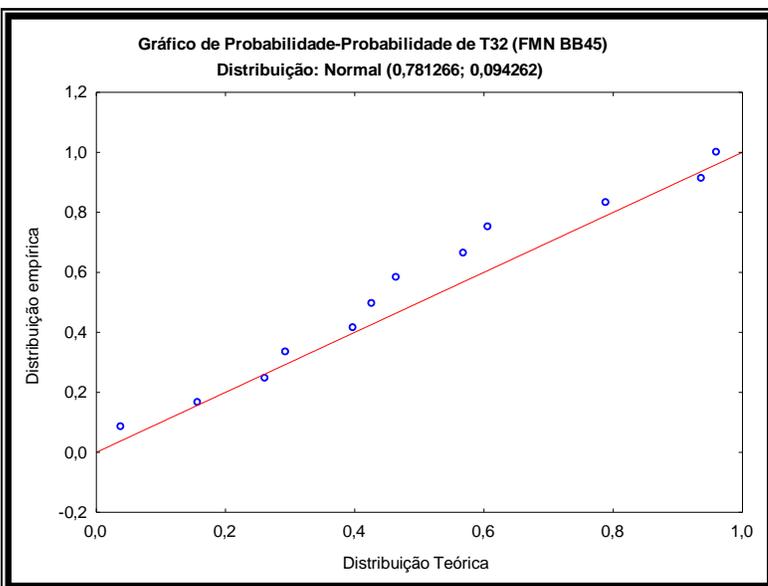


Gráfico 14: Probabilidade teórica x probabilidade empírica de dados normalizados de FMN de 12 sujeitos, músculo BB, ângulo 45°. Os dados do ponto T32 correspondem à fase final do experimento.

Fica clara a distribuição homogênea dos valores de FMN em torno da reta normal, no ângulo de 45° bem como nos outros ângulos estudados. Verificamos, portanto, que os dados são normais, o que nos garante a realização dos testes paramétricos.

8.4. Análise da variabilidade dos dados

Assim como no caso da normalidade, visto anteriormente, outro critério a ser considerado para fins de escolha do teste estatístico adequado, é o da homocedasticidade, ou seja, da variância constante dos dados. Podemos visualizar nos gráficos 10, 12 e 14, os valores próximos à reta e distribuídos de forma homogênea ao longo da mesma, independente do ângulo e do músculo. Confirmamos, então, a homocedasticidade dos dados.

8.5. ANOVA de medidas repetidas

Como os testes de normalidade e homocedasticidade foram favoráveis ao uso de testes paramétricos, a seguir apresentamos os resultados do teste Fatorial ANOVA de Medidas Repetidas do tipo 3x5x40 para 12 sujeitos experimentais.

I) Para a FMN

Inicialmente faz-se o teste completo com todos os fatores: músculo, tempo e ângulo, e suas interações. E o teste confirmou que há diferenças para o efeito principal Músculo e para a interação Músculo x Tempo (Tabela 6).

Tabela 6: ANOVA (univariado) dos valores FMN do efeito Músculo e da interação Músculo-Tempo. Os outros efeitos e interações não apresentaram diferenças significativas.

	F	p
MÚSCULO	7,82	0,000075
MÚSCULO*TEMPO	4,06	0

Para verificar se não houve violação da restrição de esfericidade e de simetria composta ¹, devem-se fazer correções no teste ou, melhor ainda, deve-se usar o teste multivariado, que já considera isso. No teste multivariado, apresentado a seguir, usamos as correções/testes de Wilks' Lambda, Pillai-Bartlett Trace, Hotelling-Lawley Trace e Roy's Largest Root.

Tabela 7: Teste multivariado (ANOVA medidas repetidas) para efeito Músculo. Os outros efeitos e interações não apresentaram diferenças significativas.

	Teste	F	p
MÚSCULO	Wilks	14,78468	0,000912
	Pillai's	14,78468	0,000912
	Hotelling	14,78468	0,000912
	Roy's	14,78468	0,000912

O que se verifica é que foi prudente fazer a correção. Agora, apenas o efeito principal Músculo apresenta diferenças significativas. E essa resposta é ratificada por todos os testes selecionados (Tabela 7). A análise anterior indica que pelo menos um músculo tem comportamento diferente do restante.

Vejamos os gráficos das Médias Ponderadas e das Médias Quadráticas Mínimas para o efeito Músculo na tentativa de identificar qual (ou quais) músculo(s) apresenta (m) tais diferenças.

¹ Restrição de esfericidade e de simetria composta significa restringir as alterações existentes entre os níveis a fatos não correlacionadas às diferenças ocorrendo em cada sujeito. Em nosso caso, seria como afirmar que um músculo que trabalha muito em um momento deve continuar a trabalhar mais no momento seguinte, desconsiderando possibilidades distintas, como a de quem trabalha muito num momento pode cansar-se mais rapidamente ou pode estar cansado no momento seguinte.

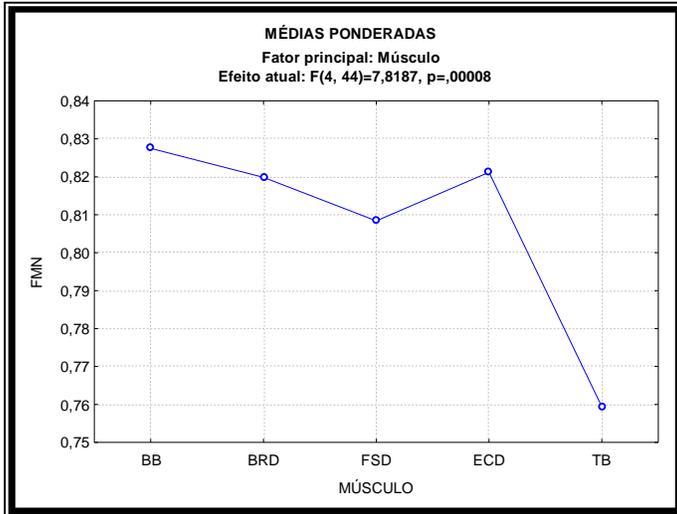


Gráfico 15: Médias ponderadas dos valores de FMN normalizados nos 05 músculos estudados nos 12 sujeitos.

Pode-se observar que o músculo que destoa do grupo é o TB, que apresenta uma FMN média menor que os outros.

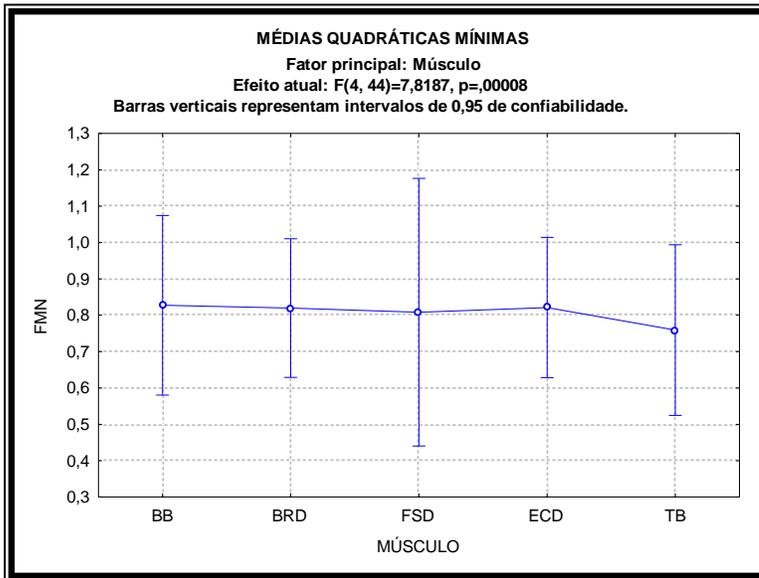


Gráfico 16: Médias quadráticas mínimas dos valores de FMN normalizados nos 05 músculos estudados nos 12 sujeitos.

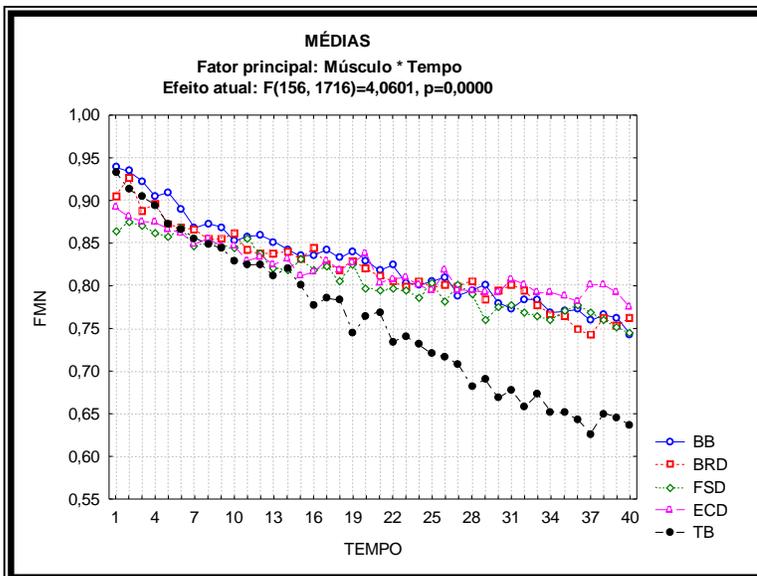


Gráfico 17: Médias da relação músculo/tempo, ao longo dos 40 pontos amostrais.

Acima, a interação Músculo x Tempo, onde se observa que todos o músculos formam um grupo razoavelmente coeso até instante T15, aproximadamente, quando ocorre o escape de TB.

Fazendo a Análise de Contrastes, obteve-se a Tabela 8. Estatisticamente, pode-se concluir que o TBL é o músculo diferente, como previsto.

Tabela 8: comparação entre os flexores e os extensores, por Análise de Contrastes. As outras interações não apresentaram diferenças significativas.

	Comparação	Valor de p
Entre Flexores	BB x BRD	0,362202
	BB x FSD	0,361748
	BRD x FSD	0,458207
Entre Extensores	TB x ECD	0,000471
	TB x Flexores	0,000067
	ECD x Flexores	0,819173
	TB x Todos	0,000045

II) Para RMS

Neste momento, a análise dos dados repetem os mesmos passos do estudo da FMN.

1) Análise global univariada (Tabela 9)

Tabela 9: ANOVA dos valores RMS, análise univariada. Os outros efeitos e interações não apresentaram diferenças significativas.

	F	p
MÚSCULO	5,021	0,002017
TEMPO	20,596	0,000000
ÂNGULO*MÚSCULO	2,127	0,041339
ÂNGULO*TEMPO	2,24	0,000000
MÚSCULO*TEMPO	3,72	0,000000
ÂNGULO*MÚSCULO*TEMPO	1,254	0,002468

2) Análise multivariada (Tabela 10)

Tabela 10: Teste multivariados para medidas repetidas de RMS. Os outros efeitos e interações não apresentaram diferenças significativas.

	Teste	F	p
MÚSCULO	Wilks	5,456219	0,020329
	Pillai's	5,456219	0,020329
	Hotellng	5,456219	0,020329
	Roy's	5,456219	0,020329

Como no caso da FMN, após a correção apenas o efeito principal "músculo" apresenta diferença efetiva. Resta-nos ver quais músculos se alteram.

3) Análise das Médias

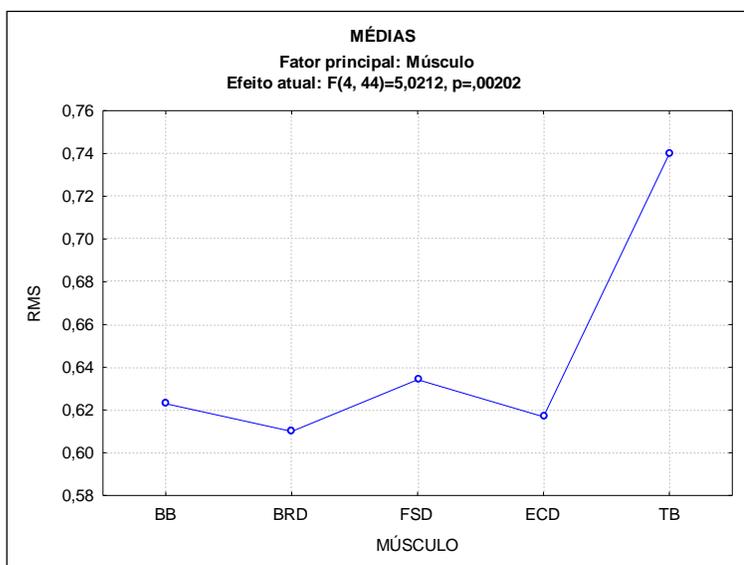


Gráfico 18: Médias dos valores de RMS normalizados nos 05 músculos estudados nos 12 sujeitos.

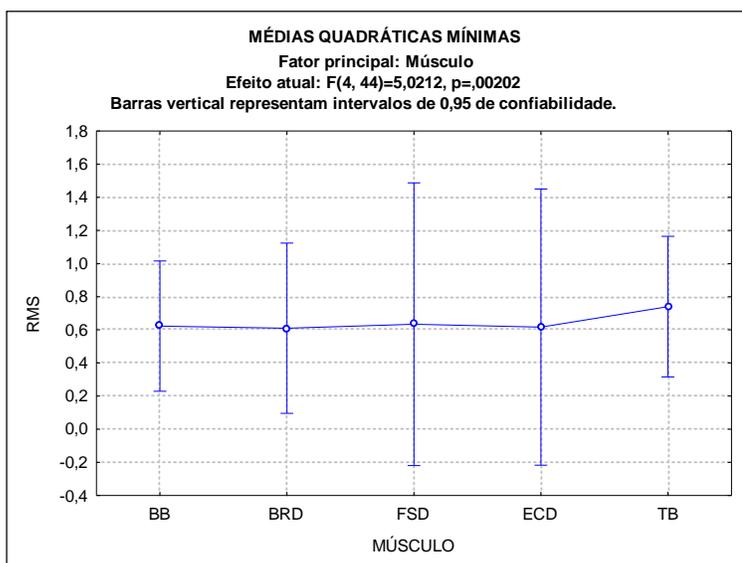


Gráfico 19: Médias quadráticas mínimas dos valores de RMS normalizados nos 05 músculos estudados nos 12 sujeitos.

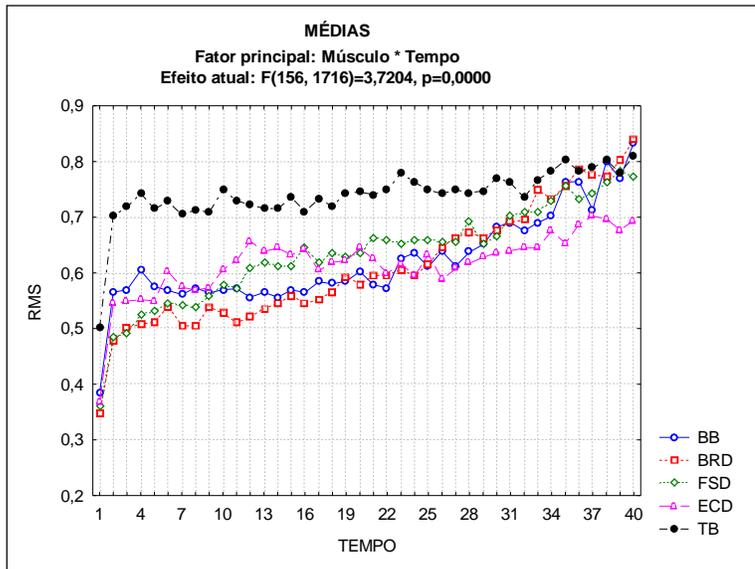


Gráfico 20: Médias de RMS mostrando a interação músculo/tempo, ao longo dos 40 pontos amostrais.

O músculo TBL é o que possui a maior média e se destaca dos outros durante algo como $\frac{3}{4}$ do TR, aproximando-se do grupo maior apenas após o instante T32, aproximadamente. É importante sublinhar que essa diferença foi significativa em nosso teste estatístico (Tabela 11). Era de se esperar, por exemplo, que os valores de RMS dos flexores fossem maiores que o TB, indicando que os maiores esforços fossem desenvolvidos pelos agonistas; conforme afirma Hasan e Enoka (1985) que o TB é o músculo menos ativado entre os flexores do cotovelo. Além disso, pelo fato de ser o que apresenta menor variação entre início e fim, mostrando um comportamento próximo à horizontal, sugere que, muito cedo ele já recrutou o máximo UM's, simulando uma "fadiga precoce". Estas inferências são reforçadas pelo comportamento de sua FMN, que progride rapidamente, mais que os outros, em direção à fadiga (ver Gráfico 17): se ele recruta rapidamente a totalidade das UM's, no decorrer do experimento resta-lhe apenas o recurso do aumento da taxa de disparo dessas UM's. Esta situação, já discutida anteriormente, promove a redução da FMN.

Tabela 11: Comparação dos os valores RMS, resultados do teste multivariado. Os outros efeitos e interações não apresentaram diferenças significativas.

	Comparação	Valor de p
Entre Flexores	BB x BRD	0,499202
	BB x FSD	0,758895
	BRD x FSD	0,499202
Entre Extensores	TB x ECD	0,016340
	TB x Flexores	0,000000
	ECD x Flexores	0,850482
	TB x Todos	0,003116

8.6. Ângulos de Queda da curva da FMN

a) Estatística Descritiva

Normalmente, em protocolo de fadiga isométrica, a curva da FMN ajustada para uma reta é descendente. Por isso, este item, que estuda a taxa dessa queda, leva o nome de Ângulo de Queda de FMN (AQ-FMN). É preciso, entretanto, observar que é possível encontrar curvas que sobem. Como esse caso é minoritário, mantivemos, no nome do estudo, a característica da tendência predominante. A Tabela 12 apresenta esses valores de ângulo, em termos de média e desvio padrão, e o Gráfico 21 resume esses dados.

Tabela 12: Valores Médios e DP dos ângulos de queda da curva da FMN, para todos os músculos, em todos os ângulos (N=12).

	Média	DP
BBL45	-0,094	0,0778
BRD45	-0,091	0,0801
FSD45	-0,086	0,1671
ECD45	-0,071	0,0924
TBL45	-0,121	0,1098

	Média	DP
BBL90	-0,072	0,045
BRD90	-0,048	0,0396
FSD90	-0,037	0,0406
ECD90	-0,034	0,0379
TBL90	-0,122	0,0414

	Média	DP
BBL135	-0,07	0,0858
BRD135	-0,055	0,0725
FSD135	-0,068	0,0819
ECD135	-0,028	0,0414
TBL135	-0,124	0,0647

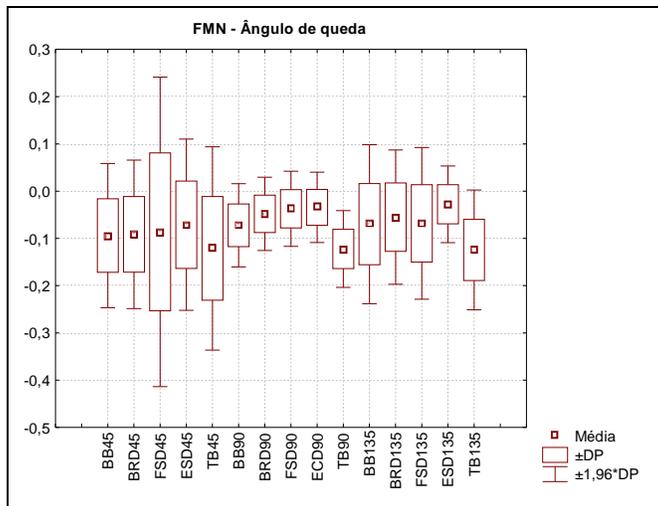


Gráfico 21: Ângulos de queda da curva da FMN, para todos os músculos, em todos os ângulos (N=12).

Quanto às taxas de queda da FMN, encontramos no ângulo de 45° as maiores taxas de queda dos flexores do cotovelo aqui estudados. Podemos entender esses resultados como se houvesse maior tendência à fadiga nos agonistas em 45°. Por outro lado, o ângulo de 90° apresenta as menores taxas de queda e as mais homogêneas, com curvas de FMN mais similares.

Desses dados podemos observar, inicialmente, que todos os valores médios são negativos, como esperado. Em outras palavras, a curva da FMN média de 12 sujeitos é sempre decrescente e, por isso, os ângulos são negativos, com módulo entre zero e 90°.

É evidente, também, que o músculo TB é quem apresenta os maiores ângulos, sinônimo de taxa de queda mais acentuada. Lembrando que a queda da FMN indica o deslocamento do espectro em direção às baixas frequências, é fácil entender a relação entre o tamanho do ângulo e a rapidez com que o espectro se desloca. Pode-se concluir, portanto, que o TB é quem mais rapidamente se direciona para a fadiga em todos os ângulos. Esta conclusão, reforçada pelos estudos comparativos realizados anteriormente, faz surgir uma pergunta que este estudo não pôde, infelizmente, responder: como um antagonista pode se fadigar mais rapidamente que qualquer dos agonistas estudados?

Apesar desta análise, neste momento, se limitar à observação das tendências, outras observações podem ser feitas. Por exemplo, chama a atenção o fato de os ângulos dos agonistas (BB, BRD e FSD) serem maiores em 45° (Tabela 12). É possível traduzir esses resultados como “os agonistas flexores tendem a se fadigar mais rapidamente em 45°”?

Finalmente, podemos notar que, para todos os músculos, no ângulo de 90° as variabilidades tendem a ser menores e mais homogêneas (Gráfico 21). Em outras palavras, parece que nesse ângulo os músculos apresentam curvas de FMN mais similares, com a mesma taxa de queda. Para auxiliar na discussão deste ponto, pode ser interessante recordar dois pontos da teoria: (a) a curva tensão x comprimento de fibra, presente nos capítulos de contração da musculatura esquelética da maioria dos livros-texto de fisiologia básica, que é caracterizada por ter seus valores máximos, ou rendimento máximo, em comprimentos intermediários do sarcômero; e (b) as evidências de que a FMN sobe com o recrutamento de novas Unidades Motoras (UM) e desce com o aumento da frequência de disparo das UM's. Em nosso caso, 90° representa esses comprimentos intermediários. É possível, então, especular que, em comprimentos intermediários o processo de fadiga se expresse de uma forma mais estereotipada porque o sistema contrátil estaria trabalhando em uma situação mais confortável: o sarcômero estaria nas melhores condições para desenvolver a máxima tensão, por ter maiores possibilidades de fazer pontes cruzadas, e o músculo poderia ganhar em rendimento apenas com o aumento da frequência de disparos de UM's, não havendo necessidade de o músculo ter que recrutar rapidamente novas UM's. Essas menores variabilidades podem realçar diferenças entre as médias dos diferentes grupos musculares, dando mais poder aos testes de hipótese que faremos mais adiante.

b) Teste de hipótese

Nesta etapa o foco recai sobre a pergunta se há ou não diferenças significativas entre os ângulos.

c) Teste de normalidade

Inicialmente, é necessário verificar se os dados seguem distribuição normal e se as variabilidades são constantes, para que se defina o tipo de teste estatístico válido.

Como o Gráfico 22 mostra, BRD135 não segue uma normal ($p=0,01532$, pelo teste de Shapiro-Wilk W), o que nos obriga a utilizar testes não paramétricos, mesmo que os outros dados sigam uma normal, como é o nosso caso.

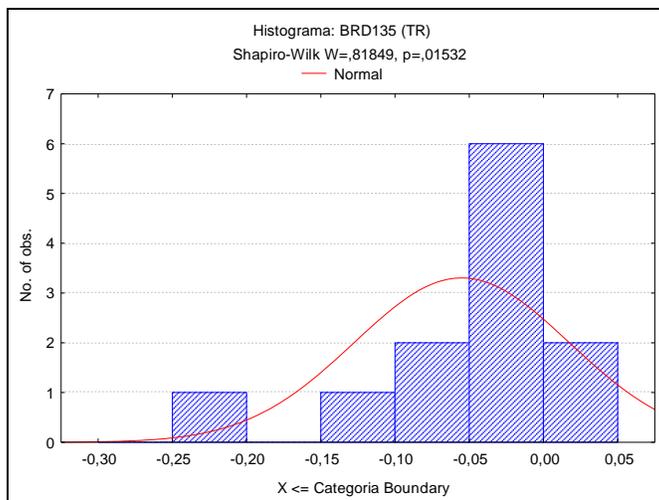


Gráfico 22: histograma dos valores de ângulos de queda da FMN, para o músculo BRD135, nos 12 voluntários.

d) Teste de Wilcoxon

A Tabela 13 mostra os resultados da estatística, onde se vê que foram encontradas diferenças significativas (*) e altamente significativas (**) em vários casos.

Podemos verificar que o maior número de diferenças significativas ocorrem no ângulo de 90° , confirmando nossa hipótese de que as menores variabilidades dos ângulos médios observadas nesse ângulo poderiam contribuir para o desempenho do teste, facilitando sua tarefa de encontrar possíveis diferenças entre os valores. Por outro lado, o mesmo raciocínio pode levar à conclusão de que, se não fossem as maiores variabilidades nos outros ângulos, número igual de

diferenças poderiam ser detectadas. Esta inferência é justificada porque, mesmo com as variabilidades maiores em 45° e 135°, várias diferenças foram detectadas para estes ângulos.

A conclusão final que se pode fazer é a de que esse parâmetro, AQ-FMN, face à sua sensibilidade em detectar diferenças, pode ser um parâmetro interessante para fins de estudo de fadiga em contração isométrica.

Tabela 13: resultados do teste de hipótese, mostrando as comparações com diferenças significativas (*) e altamente significativas (**). Wilcoxon pareado, N=12.

comparação	Z	Valor de p
BB45 & FSD45	2,118054	0,034171*
BB45 & TB45	2,118054	0,034171*
BB90 & BRD90	1,961161	0,049861*
BB90 & FSD90	2,274947	0,022910*
BB90 & TB90	3,059412	0,002218**
TB90 & BRD90	3,059412	0,002218**
TB90 & FSD90	3,059412	0,002218**
TB90 & ECD90	3,059412	0,002218**
TB135 & BB135	2,353394	0,018604*
TB135 & BRD135	2,902519	0,003702**
TB135 & FSD135	1,961161	0,049861*
TB135 & ECD135	3,059412	0,002218**

8.7. Análise dos TR (Tempo de Resistência)

Os TR's, ao definirem o tempo que o voluntário levou para chegar à fadiga, funcionam com mais um parâmetro de avaliação do comportamento dos diversos músculos.

Segue a Tabela 14 com os valores médios dos Tempos de Resistências (TR) onde observamos maior TR no ângulo de 90° e onde o Coeficiente de Variação (CV) revela a homogeneidade das variabilidades.

a) Estatística Descritiva

Tabela 3: Tempos de Resistência, TR, em segundos, dos 12 voluntários, com carga de 30% da CVM. Valores expressos em Média ± Desvio Padrão e Coeficiente de Variação (CV).

Ângulo	45°	90°	135°
TR (s)	129,9 ± 39,2	154,9 ± 41,3	136,3 ± 36,4
CV	30,2 %	26,6 %	26,7 %

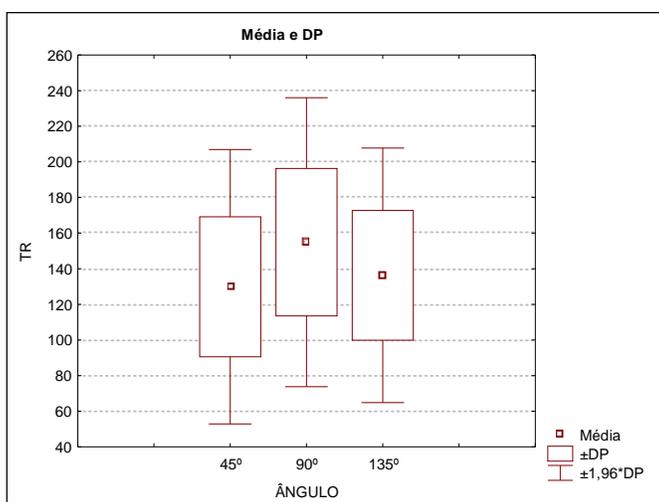


Gráfico 23: TR nos 3 ângulos. Valores de Média e Desvio Padrão para os 12 voluntários.

Estes dados mostram: (a) que o TR em 90° tende a ser o maior; e (b) que as variabilidades de TR são homogêneas para os 3 ângulos.

b) Teste de normalidade e de homocedasticidade

Estes testes servem para verificar se um os requisitos para o uso de testes paramétricos são satisfeitos. Os dados, testados por Shapiro-Wilk W, seguem distribuição normal. O Gráfico 23 acima mostra que as variâncias são constantes

para os três grupos de medidas. Dessa forma, os testes paramétricos podem ser utilizados no teste de hipóteses.

c) Teste de Hipóteses

Neste caso utilizamos ANOVA - um fator. Os resultados ($p=0,279980$) mostraram que não foram encontradas diferenças significativas. Apesar disso, as tendências mostram que o TR em 90° é maior, o que concorda com os resultados obtidos quando do estudo dos AQ-FMN. Ou seja, o ângulo de 90° apresenta características diferentes das dos outros dois ângulos.

8. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Constatamos que os agonistas flexores têm comportamento similar entre si, contrariamente à nossa hipótese inicial que pressupôs uma atividade diferenciada, mais intensa, do BBL.

Ficou claro, também, que os agonistas flexores têm taxas de queda da FMN bastante próximas entre si, enquanto acreditávamos que os músculos FSD e BRD teriam atividades muito inferiores às do BBL, ou seja, acreditávamos que eles não deveriam entrar, ou entrariam tardiamente, em fadiga.

Verificamos, ainda, que o músculo TBL participa da flexão de cotovelo, em oposição ao que prevíamos. Surpreendentemente, o TBL foi o músculo com maior valor RMS e aquele que apresenta as taxas de queda mais acentuadas, como se progredisse mais rapidamente para a fadiga, em todos os ângulos estudados. Mais estudos devem ser feitos no sentido de esclarecer como um antagonista pode se fadigar mais rapidamente que qualquer um dos agonistas estudados.

Estudos futuros devem abordar o comportamento do músculo ECD, que apresentou valores próximos aos flexores e, por isso, distante do TBL, o outro

antagonista estudado. Neste trabalho não houve preocupação em estudar a alteração do ângulo do punho, impedindo-nos de analisar o comportamento encontrado.

Finalmente, constatamos que o parâmetro AQ-FMN apresenta boa sensibilidade em detectar diferenças nos comportamentos das curvas de FMN, revelando-se um estimador prático e interessante da instalação do processo de fadiga em contração isométrica.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Arendt-Nielsen, L, Gantchev, N, Sinkjaer, T. *The Influence of Muscle Length on Muscle Fiber Conduction Velocity and Development of Muscle Fatigue*. *Electroencephalography and Clinical Neurophysiology*, 85:166-172, 1992.
2. Basmajian, JV, DeLuca CJ. *Muscle Alive: Their functions revealed by electromyography*. Baltimore: Williams & Wilkins, 1985.
3. Bazzzy, AR, Korten JB, Haddad, GG. *Increase in Electromyogram Low-frequency Power in Non-fatigued Contracting Skeletal Muscle*. *Journal of Applied Physiology*, 61:1012-1017, 1986.
4. Bilodeau, M et al. *The influence of an increase in the level of force on the EMG power spectrum of elbow flexors*. *European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology*, 61(5-6):461-466, 1990.
5. Bressel E et al. *The effect of handgrip position on upper extremity neuromuscular responses to arm cranking exercise*. *J Electromyography and Kinesiology*, 11:291-298, 2001.
6. Brooks G. A. et al. *Exercise Physiology: human bioenergetics and its applications*. Mountain View – CA: Mayfield Publishing Company, 1999.
7. Buchanan TS et al. *Strategies for Muscle Activation During Isometric Torque Generation at the Human Elbow*. *J Neurophysiology*, 62(6):1201-1212, Dec 1989.
8. Chabran E, Maton B, Fourment A. *Effects of postural muscle fatigue on the relation between segmental posture and movement*. *J Electromyography and Kinesio*, 12:67-79, 2002.
9. Corcos DM et al. *Fatigue induced changes in phasic muscle activation patterns for fast elbow flexion movements*. *Exp Brain Res*, 142:1-12, 2002.
10. Cram JR & Kasman GS. *INTRODUCTION to Surface Electromyography*. An Aspen Publication, 1998.
11. Delp SL et al. *Maximum Isometric Moments Generated by the Wrist Muscles in Flexion-Extension and Radial-Ulnar Deviation*. *J Biomechanics*, 29(10):1371-1375, 1996.

12. DeLuca, CJ. *The Use of Surface Electromyography in Biomechanics*. Journal of Applied Biomechanics, 13: 135-163, 1997.
13. DeLuca, CJ. *Myoelectrical manifestations of localized muscular fatigue in humans*. Critical Reviews in Biomedical Engineering, 11(4): 251-279, 1984.
14. Dounskaia NV *et al.* *Hierarchical control of different elbow-wrist coordination patterns*. Exp Brain Res, 121:239-254, 1998.
15. Duchene, J, Hogrel, JY. *A Model of EMG Generation*. IEEE Transaction of Biomedicine Engineering, 47(2): 192-201, 2000.
16. Durward, B R *et al.* *Movimento Funcional Humano, mensuração e análise*. Ed. Manole, São Paulo, 1ª ed. 2001.
17. Farina D *et al.* *Two methods for the measurement of voluntary contraction torque in the biceps brachii muscle*. Medical Engineering & Physics, 21:533-540, 1999.
18. Gamet D, Maton B. *The fatigability of two agonistic muscles in human isometric voluntary submaximal contraction: an EMG study*. Eur J Appl Physiol, 58:361-8, 1989.
19. Gerdle, B *et al.* *The Relationships Between EMG and Muscle Morphology Throughout Sustained Static Knee Extension at Two Submaximal Force Levels*. Acta Physiologica Scandinavia, 160(4):341-351, 1997.
20. Gonçalves, CA. *Techniques d'évaluation de la vitesse de conduction des potentiels d'action musculaires: application a l'interpretation de remaniements spectraux de l'electromyogramme*. Tese de Doutorado apresentada a Universite de Technologic de Compiègne, França, 1982.
21. Gribble PL, Ostry DJ. *Independent coactivation of shoulder and elbow muscles*. Exp Brain Res, 123:355-360, 1998.
22. Guevel A, Hogrel JY, Marini JF. *Fatigue of elbow flexors during repeated flexion-extension cycles: effect of movement strategy*. Int J Sports Med, 7:492-8, 2000.
23. Hasan Z, Enoka RM. *Isometric torque-angle relationship and movement-related activity of human elbow flexors: implications for the equilibrium-point hypothesis*. Exp Brain Res, 59:441-450, 1985.
24. Hermens HJ *et al.* *Development of recommendations for SEMG sensors and sensor placement procedures*. J Electromyography and Kinesiology, 10:361-374, 2000.

25. Heyward VH, Stolarczyk LM. *Avaliação da composição corporal aplicada*. Ed. Manole, 1ª edição, 2000.
26. Hunter SK *et al.* *Activation among the elbow flexor muscles differs when maintaining arm position during a fatiguing contraction*. J Appl Physiol, 94:2439-2447, 2003.
27. Jamison JC, Caldwell GE. *Muscle Synergies and Isometric Torque Production: Influence of Supination and Pronation Level on elbow Flexion*. J Neurophysiology, 70(3):947-960, Sep 1993.
28. Karlsson S, Gerdle B. *Mean Frequency and Signal Amplitude of the Surface EMG of the Quadriceps Muscles Increase with Increasing Torque – a Study Using the Continuous Wavelet Transform*. Journal of Electromyography and Kinesiology, 11:131-140, 2001.
29. Mannion AF, Dolan P. *The Effects of Muscle Length and Force Output on the EMG Power Spectrum of the Erector Spinae*. Journal of Electromyography and Kinesiology, 6(3):159-168, 1996.
30. Masuda K *et al.* *Changes in Surface EMG parameters during static and dynamic fatiguing contractions*. Journal of Electromyography and Kinesiology, 9: 39-46, 1999.
31. Merletti R, Knaflitz M, DeLuca CJ. *Electrically evoked myoelectric signals*. Critical Review on Biomedical Engineering: 19(4):293-340, 1992.
32. Murray WM, Delp SL, Buchanan TS. *Variation of muscle moment arms with elbow and forearm position*. J Biomechanics, 28(5):513-525, 1995.
33. Murray WM, Buchanan TS, Delp SL. *The isometric functional capacity of muscles that cross the elbow*. J Biomechanics, 33:943-952, 2000.
34. Murray WM, Buchanan TS, Delp SL. *Scaling of peak moment arms of elbow muscles with upper extremity bone dimensions*. J Biomechanics, 35:19-26, 2002.
35. Naeije M, Zorn H. *Relation Between EMG Power Spectrum Shifts and Muscle Fiber Action Potential Conduction Velocity Changes During Local Muscular Fatigue in Man*. European Journal of Applied Physiology, 50:23-33, 1982.
36. Naraki N, Tomizawa G, Mohri M. *Evaluation of static work load in a helium-oxygen saturation dive at 31 ATA*. Applied Human Science, 15(2):81-6, 1996.

37. Norkin CC, Levangie PK. *Articulações estrutura e função: uma abordagem prática e abrangente*. Revinter, 2ª ed. Rio de Janeiro, 2001.
38. Oda S, Kida N. *Neuromuscular fatigue during maximal concurrent hand grip and elbow flexion or extension*. J Electromyography and Kinesio, 11:281-289, 2001.
39. Oliveira, RMR. *Influência do comprimento da fibra muscular no eletromiograma: aplicação à fadiga do bíceps em exercício isométrico*. Dissertação de Mestrado apresentado na UnB, 2003.
40. Sakurai G, et al. *Electromyographic analysis of shoulder joint function of the biceps brachii muscle during isometric contraction*. Clin Orthop., (354):123-31, Sep. 1998.
41. SENIAM 8 *European Recommendations for Surface ElectroMyoGraphy*. Roessingh Research and Development b.v., 1999.
42. Shultz SJ, Perrin DH. *Using surface electromyography to assess sex differences in neuromuscular response characteristics*. J Athletic Training, 34(2):165-176, Apr-Jun 1999.

ANEXOS

Anexo I: Questionário

(M O D E L O)

1. Nome: _____

2. Data de Nascimento: ____ / ____ / ____.

3. Braço dominante: () Direito () Esquerdo

4. Pratica alguma atividade física?

() Não () Sim, qual ? _____

Há quanto tempo? _____

5. Já praticou alguma atividade física?

() Não () Sim, qual ? _____

Em qual período? _____

6. Cite sua atividade laboral (limpa, lava roupas, :

7. Já teve algum tipo de lesão que afetasse os membros superiores?

() Não.

() Sim. Do tipo: () fratura () neuropatia () cirurgia () miopatia

() tendinite/bursite () luxação/subluxação () outros: _____

8. Faz uso de algum medicamento? Se sim,

qual? _____

Declaro verdadeiras as informações por mim fornecidas neste questionário.

Brasília, ____ / ____ / 2005.

Ass.: _____

Anexo II: Termo de aprovação do Comitê de Ética.

Processo n.º
Fls. n.º
Rubrica



Universidade de Brasília – Faculdade de Medicina
Comitê de Ética em Pesquisa – CEP-FM/UnB
Campus Universitário, Asa Norte – CEP 70910-900 – Brasília, DF
Telefone: (61) 307-2520

ANÁLISE DE PROJETO DE PESQUISA

Registro do projeto: **CEP-FM 016/2004**

Título: **“Estudo da fadiga dos músculos flexores do cotovelo e dos dígitos em contração isométrica”**

Pesquisador responsável: **Larissa Di Oliveira**

Documentos analisados: **Folha de rosto, carta de encaminhamento, projeto de pesquisa, bibliografia pertinente, termo de consentimento.**

Data de entrada: **10/03/2004**

Proposição do(a) Relator(a):

- Aprovação**
 Aprovação com pendências
 Não aprovação

Data da primeira análise pelo CEP-FM/UnB: **05/05/2004**

Data do parecer final do projeto pelo CEP-FM/UnB: **19/05/2004**

PARECER

Com base na Resolução CNS/MS n.º 196/96, que regulamenta a matéria, o Comitê de Ética em Pesquisa da Faculdade de Medicina da Universidade de Brasília, a Coordenação do CEP-FM decidiu **APROVAR “ad referendum”**, de acordo com o parecer do(a) Relator(a), o projeto de pesquisa acima especificado, quanto aos seus aspectos éticos.

Observação:

- 1 - Modificações no protocolo devem ser submetidas ao CEP, assim como a notificação imediata de eventos adversos graves.
- 2 - O(s) pesquisador(es) deve(m) apresentar relatórios periódicos do andamento da pesquisa ao CEP-FM.

Brasília-DF, 21 de maio de 2004.


Dr.ª Nancy Costa da Silva
Coordenadora do CEP-FM/UnB
Em Exercício

Anexo III: Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

(M O D E L O)

Universidade de Brasília – UnB

Faculdade de Medicina

Programa de Pós-Graduação em Ciências Médicas

Pesquisa: *“Estudo da fadiga dos músculos flexores do cotovelo e dos dedos em contração isométrica”*.

Pesquisadora Responsável: Larissa Di Oliveira

Telefones para contato: (62) 8421-6510 e (61) 3307-2294

Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

Eu, _____, declaro que fui informado do protocolo experimental, o qual será constituído da manutenção de uma determinada força pelo músculo do braço (Bíceps Braquial) até o cansaço. Esse exercício será realizado no braço não dominante, compondo uma sessão. Serão três sessões, com intervalo de 48 horas, aonde serão variados os ângulos do cotovelo e o posicionamento do punho e dos dedos da mão. Sei ainda que o objetivo deste estudo é analisar a interação dos músculos flexores do cotovelo e dos dedos da mão no sinal elétrico dos músculos em questão.

Fui esclarecido dos riscos e desconfortos à minha integridade física, e do fato de que a minha identidade e outros dados fornecidos por mim em um questionário que será aplicado serão mantidos em sigilo absoluto.

Por este documento, dou o meu consentimento à exploração dos dados coletados nesta pesquisa, da qual participarei, voluntariamente, como sujeito.

A mim foi reservado o direito de me recusar a participar ou de retirar meu consentimento em qualquer fase da pesquisa, sem qualquer tipo de penalização ou prejuízo à minha pessoa.

Assim, declaro estar de acordo e ciente.

Brasília, ____ de _____ de 2004.

Nome: _____

R.G.: _____

Assinatura: _____

Anexo IV: Ficha de avaliação física

(M O D E L O)

			Dobra cutânea (mm)					Circunferência	
Idade	Peso	Altura	BBL	TBL	BRD	FSD	ECD	Braço	Antebraço

Anexo V: Teste de lateralidade manual: Inventário de *Edinburgh*

(M O D E L O)

Nome: _____

Data: ___/___/___

Marque um X na coluna correta.

	esquerda	ambas	direita
1. Com qual mão normalmente você escreve?			
2. Com qual mão você desenha?			
3. Qual mão você usa para arremessar uma bola e acertar uma cesta?			
4. Em qual mão, você usa sua raquete de tênis, squash, etc.?			
5. Em qual mão você usa sua escova de dentes?			
6. Qual mão segura uma faca quando você corta coisas? (Não usando garfo)			
7. Qual mão segura o martelo quando você está batendo um prego?			
8. Quando você acende um palito de fósforo, qual mão segura o palito?			
9. Em qual mão você usa uma borracha no papel?			
10. Qual mão remove o topo da carta quando você está dando as cartas de um baralho?(ex.,quando você é o jogador que dá as cartas de um jogo, qual mão você usa para distribuir as cartas que são colocadas na mesa?)			
11. Qual mão segura a linha quando você está enfiando em uma agulha?			
12. Em qual mão você seguraria um "mata-mosca" (para matar uma mosca)?			
Subtotal:			
Total:			

Resultado:

33-36 = Fortemente destro

29-32 = Moderamente destro

25-28 = Fracamente destro

24 = Ambidestro

20-23 = Fracamente sinistro

16-19 = Moderamente sinistro

12-15 = Fortemente sinistro

* Cada X vale 3,0 pontos.

Apêndices

Apêndice I: Tabela 3 com todos os valores FMN normalizados.

30°				45°				90°				135°																		
BBL	BRD	FSD	ECD	TBL	FSD	ECD	TBL	BBL	BRD	FSD	ECD	TBL	FSD	ECD	TBL															
1.00	1.00	0.93	0.97	0.85	0.99	1.00	0.84	0.93	1.00	0.91	0.90	0.63	1.00	0.99	0.99	0.74	1.00	0.94	1.00	0.86	0.87	0.88	0.95	0.95	0.78	0.83	1.00	0.88		
0.98	0.90	0.98	0.96	1.00	0.95	0.90	0.98	0.92	0.97	0.91	1.00	1.00	0.85	0.99	1.00	0.88	0.96	0.94	0.90	0.95	0.96	0.85	0.99	0.97	0.98	0.90	0.83	1.00	0.86	
0.92	0.83	0.87	0.90	0.91	0.97	0.94	0.89	0.97	1.00	0.87	0.97	0.94	0.86	0.89	1.00	0.93	1.00	0.93	0.94	0.82	0.95	0.91	0.85	0.99	0.98	0.86	0.90	0.81	0.86	
0.98	0.83	0.91	0.86	0.93	0.86	0.88	0.87	1.00	0.93	0.89	0.95	0.94	0.84	0.98	0.99	0.94	0.87	0.96	0.91	0.84	0.98	1.00	0.87	0.92	0.81	0.86	0.88	0.84	0.81	
0.97	0.78	0.84	0.86	0.96	0.94	0.88	0.99	0.89	0.89	0.87	0.93	0.88	0.72	0.81	0.96	0.88	0.88	0.90	0.82	0.79	0.84	0.87	0.83	0.85	0.86	0.74	0.95	0.88	0.83	
0.94	0.80	0.84	0.90	0.88	0.91	0.84	0.97	0.86	0.92	0.84	0.95	0.89	0.76	0.91	0.96	0.96	0.84	0.96	0.89	0.74	0.88	0.96	0.78	0.96	0.88	0.88	0.94	0.87	0.88	
0.85	0.74	0.80	0.84	0.95	0.69	0.96	0.76	0.85	0.85	0.77	0.86	0.93	0.67	0.87	0.97	1.00	0.74	0.86	0.89	0.81	1.00	0.90	0.89	0.97	0.86	0.78	1.00	0.79	0.88	
0.94	0.69	0.88	1.00	0.91	0.86	0.94	0.90	0.84	0.87	0.86	0.91	0.94	0.88	0.85	0.97	0.94	0.85	0.97	0.89	0.78	0.89	0.79	0.83	0.96	0.93	0.83	0.79	0.74	0.83	
0.98	0.68	0.90	0.78	0.97	0.77	0.88	0.88	0.82	0.98	0.81	0.86	0.97	0.89	0.89	0.90	1.00	0.78	0.93	0.84	0.85	0.88	0.83	0.79	1.00	0.90	0.79	0.83	0.79	0.80	
0.86	0.72	0.94	0.81	0.93	0.78	0.91	0.87	0.84	0.84	0.80	0.89	0.82	0.89	0.83	0.89	0.81	0.74	0.94	0.89	0.86	0.86	0.82	0.76	0.96	0.85	0.83	0.95	0.81	0.81	
0.91	0.69	0.97	0.76	0.88	0.91	0.85	0.99	0.79	0.92	0.76	0.91	0.86	0.79	0.81	0.90	0.96	0.82	0.91	0.80	0.88	0.89	0.80	0.79	0.95	0.92	0.78	0.85	0.83	0.95	
0.92	0.61	0.93	0.76	0.88	0.82	0.87	0.99	0.88	0.90	0.84	0.85	0.82	0.87	0.91	0.93	0.90	0.74	0.84	0.85	0.65	0.91	0.85	0.81	0.90	0.81	0.81	0.82	0.74	0.81	
0.86	0.69	0.82	0.84	0.77	0.82	0.85	0.88	0.89	0.85	0.80	0.95	0.86	0.85	0.87	0.96	0.91	0.80	0.84	1.00	0.79	0.91	0.73	0.84	0.85	0.92	0.83	0.88	0.84	0.85	
0.95	0.70	0.73	0.72	0.81	0.83	0.87	0.92	0.78	0.89	0.86	0.86	0.76	0.97	0.98	0.94	0.88	0.80	0.87	0.85	0.79	0.82	0.85	0.75	0.93	0.86	0.78	0.83	0.70	0.81	
0.85	0.64	0.77	0.77	0.88	0.85	0.79	0.92	0.82	0.90	0.79	0.93	0.78	0.84	0.96	0.86	0.87	0.81	0.90	0.90	0.81	0.88	0.85	0.72	0.86	0.88	0.72	0.80	0.73	0.76	
0.95	0.64	0.80	0.77	0.91	0.91	0.81	0.84	0.78	0.93	0.77	0.97	0.79	0.85	0.72	0.81	0.96	0.75	0.80	0.81	0.82	0.88	0.76	0.66	0.82	0.86	0.81	0.77	0.79	0.88	
0.85	0.70	0.77	0.71	0.84	0.80	0.88	0.91	0.89	0.92	0.81	0.93	0.77	0.79	0.81	0.93	0.75	0.91	0.87	0.86	0.75	0.79	0.78	0.78	0.77	0.90	0.79	0.82	0.77	0.83	
0.91	0.58	0.70	0.71	0.82	0.77	0.90	0.95	0.93	0.84	0.73	0.93	0.72	0.85	0.81	0.96	0.81	0.83	0.86	0.92	0.73	0.82	0.74	0.72	0.78	0.98	0.71	0.85	0.79	0.85	
0.89	0.55	0.88	0.70	0.88	0.85	0.93	0.92	0.85	0.80	0.80	0.96	0.79	0.82	0.64	0.86	0.84	0.70	0.86	0.82	0.77	0.82	0.79	0.78	0.84	0.78	0.78	0.66	0.71	0.71	
0.82	0.61	0.84	0.66	0.84	0.69	0.90	0.95	0.85	0.72	0.66	0.77	0.67	0.97	0.68	0.94	0.90	0.74	0.86	0.90	0.70	0.84	0.76	0.79	0.77	1.00	0.74	0.90	0.92	0.78	
0.91	0.62	0.82	0.66	0.81	0.78	0.91	0.94	0.85	0.92	0.69	0.76	0.71	0.92	0.68	0.99	0.81	0.82	0.93	0.97	0.77	0.68	0.80	0.69	0.84	0.90	0.76	0.87	0.81	0.98	
0.86	0.61	0.79	0.73	0.84	0.86	0.82	0.99	0.93	0.84	0.81	0.72	0.66	0.79	0.70	0.97	0.83	0.87	0.80	0.90	0.74	0.75	0.83	0.78	0.67	0.88	0.74	0.87	0.83	0.76	
0.94	0.69	0.76	0.70	0.88	0.77	0.85	0.85	0.79	0.74	0.69	0.88	0.71	0.84	0.89	0.89	0.87	0.84	0.78	0.89	0.73	0.82	0.76	0.71	0.74	0.90	0.83	0.90	0.81	0.85	
0.85	0.68	0.77	0.73	0.92	0.89	0.87	0.83	0.86	0.90	0.74	0.95	0.64	0.82	0.89	0.86	0.86	0.85	0.87	0.97	0.67	0.84	0.71	0.72	0.68	0.86	0.86	0.90	0.86	0.75	
0.97	0.63	0.83	0.68	0.81	0.89	0.81	0.87	0.85	0.90	0.70	0.84	0.65	0.76	0.77	0.94	0.90	0.92	0.83	0.94	0.68	0.79	0.79	0.64	0.60	0.92	0.74	0.96	0.82	0.75	
0.91	0.73	0.77	0.72	0.84	0.89	0.99	0.73	0.85	0.82	0.67	0.88	0.65	0.78	0.66	0.97	0.77	0.74	0.91	0.87	0.71	0.82	0.81	0.74	0.64	0.85	0.81	0.98	0.86	0.73	
0.92	0.69	0.82	0.67	0.86	0.94	0.94	0.89	0.90	0.87	0.70	0.89	0.72	0.83	0.64	0.89	0.90	0.97	0.84	0.84	0.66	0.70	0.80	0.76	0.60	0.83	0.72	0.78	0.79	0.78	
0.92	0.67	0.83	0.70	0.85	0.78	0.96	0.87	0.81	0.79	0.69	0.93	0.69	0.81	0.68	0.91	0.87	0.75	0.94	0.95	0.68	0.70	0.70	0.70	0.62	0.93	0.72	0.83	0.78	0.76	
0.95	0.60	0.73	0.72	0.77	0.89	0.90	0.86	0.95	0.84	0.74	0.91	0.72	0.83	0.62	0.83	0.86	0.74	0.90	0.82	0.68	0.75	0.79	0.76	0.62	0.86	0.93	0.88	0.86	0.80	
0.97	0.62	0.85	0.73	0.80	0.74	0.85	0.95	0.73	0.75	0.70	0.69	0.73	0.75	0.60	0.84	0.75	0.76	0.87	0.77	0.68	0.79	0.71	0.73	0.62	0.78	0.88	0.88	0.78	0.71	
0.82	0.66	0.72	0.72	0.70	0.80	0.84	0.95	0.81	0.85	0.66	0.80	0.67	0.78	0.81	0.84	0.88	0.83	0.75	0.87	0.63	0.81	0.75	0.82	0.56	0.75	0.91	0.80	0.79	0.71	
0.92	0.54	0.82	0.67	0.65	0.83	0.84	0.77	0.79	0.85	0.61	0.61	0.69	0.77	0.70	0.86	0.93	0.76	0.88	0.75	0.60	0.74	0.74	0.78	0.53	0.81	0.81	0.85	0.82	0.68	
0.85	0.52	0.80	0.67	0.72	0.75	0.78	0.85	0.73	0.79	0.66	0.92	0.68	0.74	0.72	0.87	0.83	0.80	0.88	0.81	0.60	0.72	0.71	0.82	0.51	0.85	0.81	0.84	0.75	0.71	
0.86	0.58	1.00	0.77	0.64	0.92	0.74	0.96	0.82	0.80	0.71	0.91	0.77	0.74	0.81	0.81	0.67	0.84	0.83	0.80	0.67	0.61	0.69	0.75	0.53	0.95	0.84	0.78	0.84	0.69	
0.85	0.52	0.78	0.68	0.80	0.78	0.96	0.97	0.82	0.72	0.61	0.68	0.61	0.73	0.77	0.83	0.78	0.76	0.87	0.70	0.63	0.75	0.72	0.73	0.52	0.83	0.76	0.93	0.92	0.71	
0.83	0.63	0.83	0.68	0.77	0.91	0.78	0.99	0.84	0.74	0.71	0.85	0.65	0.70	0.72	0.87	0.71	0.76	0.78	0.81	0.67	0.72	0.76	0.76	0.56	0.93	0.88	0.89	0.90	0.73	
0.86	0.53	0.81	0.70	0.69	0.89	0.96	0.90	0.84	0.85	0.76	0.73	0.66	0.65	0.77	0.76	0.62	0.74	0.81	0.67	0.71	0.68	0.70	0.79	0.52	0.86	0.91	0.93	0.90	0.64	
0.82	0.68	0.76	0.71	0.64	0.91	0.84	1.00	0.82	0.75	0.67	0.76	0.62	0.66	0.81	0.80	0.84	0.76	0.93	0.68	0.62	0.68	0.61	0.81	0.53	0.92	1.00	0.88	0.95	0.75	
0.85	0.57	0.76	0.70	0.69	1.00	0.87	1.00	0.90	0.82	0.69	0.76	0.72	0.71	0.79	0.89	0.83	0.83	0.88	0.78	0.70	0.74	0.76	1.00	0.56	0.83	0.72	0.84	0.92	0.71	
0.85	0.65	0.78	0.67	0.74	0.75	1.00	0.81	0.84	0.69	0.70	0.66	0.60	0.67	0.77	0.84	0.74	0.81	0.81	0.91	0.75	0.58	0.68	0.61	0.81	0.56	0.78	0.93	0.89	0.94	0.69

45°				90°				135°							
BEL	BRD	FSD	TBL	BBL	BRD	FSD	TBL	BBL	BRD	FSD	TBL	BBL	BRD	FSD	TBL
0.92	0.94	1.00	0.87	0.93	1.00	0.93	0.81	0.93	0.97	1.00	0.73	0.86	0.88	0.97	0.94
0.92	0.94	1.00	0.87	0.93	1.00	0.93	0.81	0.93	0.97	1.00	0.73	0.86	0.88	0.97	0.94
1.00	0.99	0.94	0.72	1.00	0.95	0.81	0.93	1.00	1.00	0.94	0.88	0.94	1.00	1.00	0.97
0.93	0.82	1.00	0.85	0.75	1.00	0.88	0.96	0.79	0.89	0.99	0.86	0.78	0.83	0.92	0.92
0.91	0.94	0.93	0.81	0.85	0.93	0.79	0.92	0.83	0.87	0.89	0.86	0.87	0.92	0.83	0.95
0.89	0.88	0.86	0.78	0.87	1.00	0.81	0.95	0.75	0.95	0.93	0.88	0.99	0.86	0.90	0.83
0.94	0.91	0.89	0.90	0.77	0.93	0.79	0.95	0.80	0.92	0.99	1.00	1.00	0.85	0.90	0.89
0.92	0.81	0.93	0.82	0.77	0.88	0.79	0.89	0.81	0.87	0.92	0.91	0.90	0.85	0.95	0.95
0.82	0.82	0.85	0.74	0.82	0.92	0.82	0.95	0.79	0.89	0.88	0.95	0.77	0.89	0.91	0.92
0.89	0.84	0.92	0.78	0.81	0.91	0.76	0.89	0.79	0.84	0.91	0.82	0.77	0.78	0.80	0.79
0.88	0.80	0.82	0.75	0.89	0.91	0.81	0.89	0.78	0.72	0.92	0.77	0.78	0.84	0.77	0.84
0.94	0.95	0.96	0.73	0.86	0.89	0.79	0.83	0.79	0.87	0.88	0.82	0.88	1.00	0.86	0.92
0.78	0.86	0.85	1.00	0.80	0.92	0.76	1.00	0.96	0.92	0.82	0.76	0.78	0.82	0.84	1.00
0.80	0.80	0.90	0.72	0.88	0.87	0.83	1.00	0.92	0.81	0.87	0.71	0.82	0.78	0.79	0.90
0.85	0.84	0.81	0.79	0.76	0.87	0.82	0.96	0.79	0.84	0.89	0.86	0.75	0.92	0.85	0.84
0.84	0.85	0.92	0.75	0.79	0.75	0.82	0.82	0.78	0.84	0.93	0.71	0.77	0.84	0.70	0.90
0.82	0.79	0.80	0.73	0.70	0.84	0.89	0.84	0.84	0.87	0.92	0.85	0.75	0.81	0.77	0.76
0.81	0.81	0.88	0.67	0.71	0.79	0.83	0.80	0.74	0.84	0.83	0.92	0.81	0.72	0.70	0.87
0.76	0.81	0.87	0.69	0.69	0.75	0.81	0.81	0.72	0.80	0.87	0.83	0.74	0.68	0.82	0.89
0.85	0.86	0.85	0.75	0.72	0.83	0.71	0.78	0.70	0.80	0.86	0.95	0.73	0.78	0.62	0.87
0.84	1.00	0.89	0.95	0.76	0.74	0.79	0.72	0.91	0.88	0.84	0.72	0.75	0.78	0.65	0.87
0.82	0.78	0.94	0.65	0.74	0.74	0.85	0.76	0.75	0.90	0.83	0.74	0.77	0.83	0.61	0.89
0.78	0.86	0.79	0.69	0.67	0.79	0.85	0.73	0.78	0.81	0.84	0.69	0.76	0.75	0.62	0.89
0.75	0.80	0.83	0.67	0.71	0.80	0.83	0.84	0.72	0.83	0.92	0.74	0.70	0.92	0.62	0.84
0.83	0.73	0.77	0.69	0.61	0.67	0.74	0.80	0.65	0.64	0.80	0.89	0.81	0.77	0.61	0.76
0.76	0.91	0.81	0.70	0.71	0.80	0.74	0.72	0.73	0.70	0.79	0.75	0.80	0.80	0.61	0.74
0.81	0.78	0.82	0.70	0.65	0.71	0.81	0.82	0.79	0.72	0.72	0.68	0.71	0.70	0.61	0.87
0.80	0.98	0.87	0.72	0.61	0.74	0.69	0.75	0.71	0.77	0.84	0.86	0.73	0.66	0.61	0.82
0.75	0.85	0.79	0.69	0.55	0.88	0.76	0.78	0.70	0.82	0.83	0.82	0.67	0.78	0.68	0.90
0.81	0.79	0.83	0.67	0.68	0.79	0.72	0.72	0.73	0.67	0.75	0.72	0.80	0.90	0.64	0.74
0.74	0.94	0.86	0.75	0.64	0.76	0.81	0.78	0.94	0.80	0.74	0.72	0.76	0.73	0.67	0.82
0.80	0.86	0.86	0.73	0.67	0.80	0.69	0.76	0.81	0.76	0.80	0.78	0.75	0.77	0.67	0.79
0.77	0.92	0.79	0.71	0.46	0.61	0.67	0.72	0.89	0.59	0.72	0.89	0.80	0.79	0.58	0.81
0.83	0.69	0.85	0.65	0.59	0.72	0.76	0.78	0.77	0.71	0.71	0.71	0.70	0.58	0.79	0.83
0.82	0.87	0.88	0.77	0.54	0.71	0.75	0.76	0.83	0.77	0.72	0.82	0.72	0.66	0.55	0.85
0.74	0.80	0.83	0.70	0.58	0.78	0.74	0.84	0.69	0.71	0.74	0.69	0.69	0.75	0.50	0.81
0.77	0.76	0.86	0.69	0.58	0.72	0.68	0.82	0.70	0.64	0.76	0.91	0.71	0.96	0.56	0.77
0.76	0.76	0.76	0.70	0.58	0.70	0.75	0.78	0.80	0.65	0.71	0.77	0.71	0.76	0.56	0.74
0.84	0.80	0.89	0.74	0.60	0.80	0.69	0.75	0.82	0.71	0.68	0.97	0.76	0.81	0.56	0.77
0.86	0.81	0.86	0.69	0.65	0.74	0.78	0.77	0.66	0.65	0.79	0.88	0.65	0.78	0.61	0.79
0.83	0.95	0.82	0.71	0.71	0.63	0.67	0.77	0.81	0.80	0.71	0.80	0.71	0.70	0.55	0.89

45°				90°				135°				180°												
BBL	BRD	ECD	FSD	TBL	BBL	BRD	ECD	FSD	TBL	BBL	BRD	ECD	FSD	TBL	BBL	BRD	ECD	FSD	TBL	BBL	BRD	ECD	FSD	TBL
0.99	0.96	0.79	0.85	1.00	1.00	0.88	0.82	1.00	1.00	0.96	0.90	0.93	0.84	0.91	0.82	0.90	0.94	1.00	1.00	0.96	0.85	0.79	0.88	0.79
1.00	0.99	0.92	0.79	0.96	0.96	1.00	0.89	0.89	0.97	0.81	0.91	0.83	1.00	0.89	0.99	0.91	0.92	0.80	0.84	0.78	0.87	0.99	0.98	0.93
0.99	0.99	0.84	0.80	0.96	0.91	0.96	0.87	0.92	0.93	0.76	0.95	0.93	0.86	0.87	0.85	0.89	0.86	0.87	0.80	0.85	0.87	0.92	0.97	1.00
0.93	0.91	0.79	0.75	0.92	0.93	0.96	0.86	0.93	0.99	0.78	0.95	0.91	0.82	0.87	0.89	0.96	0.75	0.88	0.88	0.86	0.78	0.83	0.77	0.92
0.88	1.00	0.84	0.75	0.87	0.93	0.91	0.92	1.00	0.94	0.79	0.91	0.85	0.91	0.82	1.00	0.86	1.00	0.81	0.81	0.83	0.85	0.76	1.00	0.97
0.88	0.89	0.80	0.77	0.85	0.93	0.84	0.85	0.81	0.94	0.78	0.95	0.92	0.99	0.87	0.90	0.93	0.74	0.90	0.88	0.97	0.95	0.77	0.77	0.78
0.85	0.93	0.83	0.82	0.92	0.84	0.91	0.90	0.88	0.89	0.82	0.82	0.96	0.94	1.00	0.93	0.91	0.92	0.72	0.89	0.77	0.86	0.87	0.85	0.73
0.88	0.91	0.86	0.81	0.85	0.86	0.94	0.87	0.91	0.86	0.75	0.84	0.80	0.90	0.84	0.80	0.90	0.65	0.83	0.86	0.89	0.83	0.86	0.74	0.68
0.89	0.93	0.80	0.85	0.86	0.86	0.91	0.87	0.90	0.92	0.72	0.80	0.77	0.90	0.79	0.95	1.00	0.84	0.69	0.95	1.00	0.76	0.82	0.92	0.84
0.92	0.97	0.78	0.82	0.90	0.83	0.93	0.90	0.85	0.76	0.68	0.98	0.80	0.88	0.87	0.89	0.85	0.87	0.74	0.85	0.81	0.84	0.85	0.72	0.73
0.82	0.94	0.93	0.76	0.82	0.72	0.67	0.90	0.85	0.64	0.72	0.88	0.83	0.81	0.90	0.96	0.85	0.92	0.69	0.91	0.90	0.82	0.85	0.86	0.71
0.88	0.80	0.84	0.81	0.76	0.82	0.75	0.97	0.91	0.79	0.78	0.84	0.85	0.82	0.81	0.91	0.90	0.98	0.69	0.94	0.93	0.97	0.87	0.77	0.76
0.74	0.87	0.87	0.69	0.76	0.80	0.93	0.99	0.81	0.76	0.71	0.91	0.82	0.85	0.81	0.89	0.96	0.84	0.72	0.86	0.85	0.94	0.87	0.84	0.81
0.72	0.83	0.89	0.73	0.79	0.79	0.84	0.98	0.82	0.86	0.82	0.91	0.84	0.99	0.79	0.88	0.84	0.87	0.69	0.88	0.83	0.87	0.85	0.82	0.73
0.70	0.84	0.86	0.70	0.74	0.79	0.94	1.00	0.85	0.85	0.71	0.80	0.78	0.90	0.69	0.95	0.90	0.81	0.78	0.86	0.83	0.80	0.90	0.82	0.73
0.84	0.84	0.88	0.97	0.74	0.72	0.87	1.00	0.89	0.78	0.74	0.88	0.79	0.83	0.87	0.88	0.86	0.82	0.67	0.86	0.81	0.96	0.79	0.81	0.73
0.73	0.90	0.92	0.87	0.73	0.79	0.87	0.99	0.97	0.85	0.76	0.71	0.75	0.82	0.74	0.97	0.76	0.85	0.79	0.89	0.84	0.81	0.79	0.85	0.69
0.77	0.89	0.92	0.83	0.77	0.83	0.80	0.96	0.86	0.82	0.69	0.80	0.71	0.89	0.76	0.89	0.85	0.87	0.81	0.80	0.77	0.91	0.82	0.85	0.79
0.73	0.90	0.95	0.92	0.69	0.88	0.90	0.89	0.93	0.71	0.82	0.84	0.73	0.92	0.81	0.95	0.84	0.78	0.69	0.88	0.80	0.86	0.85	0.88	0.68
0.81	0.67	0.87	0.90	0.64	0.74	0.80	0.92	0.90	0.68	0.69	0.80	0.68	0.80	0.81	0.91	0.86	0.75	0.69	0.84	0.91	0.85	0.84	0.86	0.67
0.69	0.84	0.89	0.93	0.65	0.71	0.86	0.79	0.83	0.69	0.69	0.82	0.76	0.87	0.79	0.84	0.76	0.78	0.61	0.77	0.82	1.00	0.85	0.75	0.69
0.81	0.76	0.86	0.90	0.68	0.67	0.71	0.77	0.90	0.67	0.74	0.77	0.67	0.81	0.74	0.84	0.78	0.76	0.61	0.77	0.82	0.76	0.90	0.78	0.71
0.64	0.67	0.87	0.83	0.62	0.72	0.72	0.87	0.96	0.54	0.75	0.77	0.73	0.88	0.69	0.89	0.84	0.80	0.63	0.79	0.86	0.76	0.90	0.88	0.68
0.73	0.73	0.92	0.83	0.64	0.72	0.86	0.87	0.94	0.68	0.72	0.80	0.67	0.80	0.71	0.81	0.70	0.93	0.57	0.69	0.83	0.80	0.91	0.73	0.74
0.70	0.74	0.84	0.98	0.59	0.70	0.61	0.80	0.93	0.56	0.71	0.79	0.76	0.80	0.69	0.84	0.75	0.87	0.67	0.74	0.76	0.84	0.90	0.80	0.68
0.72	0.80	0.92	0.84	0.55	0.76	0.81	0.86	0.91	0.64	0.79	0.79	0.68	0.80	0.74	0.92	0.83	0.69	0.62	0.74	0.80	0.94	0.84	0.85	0.71
0.68	0.61	0.88	0.85	0.64	0.68	0.87	0.90	0.79	0.69	0.63	0.68	0.64	0.77	0.66	0.81	0.64	0.82	1.00	0.69	0.81	0.78	0.80	0.81	0.67
0.74	0.74	0.93	0.90	0.64	0.67	0.77	0.81	0.85	0.54	0.72	0.71	0.64	0.88	0.69	0.76	0.60	0.85	0.85	0.68	0.80	0.97	0.83	0.89	0.59
0.70	0.70	0.88	0.88	0.56	0.71	0.80	0.96	0.86	0.60	0.76	0.75	0.69	0.87	0.73	0.89	0.74	0.77	0.78	0.73	0.76	0.76	0.89	0.81	0.69
0.64	0.54	0.99	0.84	0.54	0.58	0.65	0.86	0.84	0.65	0.76	0.89	0.65	0.79	0.81	0.78	0.79	0.85	0.88	0.70	0.70	0.86	0.90	0.85	0.63
0.61	0.61	0.97	0.88	0.60	0.70	0.80	0.78	0.96	0.57	0.78	0.80	0.65	0.80	0.68	0.78	0.68	0.78	0.98	0.75	0.74	0.90	0.90	0.85	0.69
0.76	0.74	1.00	0.78	0.53	0.64	0.87	0.91	0.91	0.58	0.82	0.89	0.69	0.86	0.76	0.73	0.56	0.86	0.91	0.68	0.73	0.81	0.94	0.83	0.58
0.61	0.71	0.93	0.74	0.56	0.70	0.83	0.92	0.91	0.57	1.00	0.91	0.71	0.78	0.65	0.84	0.61	0.81	0.92	0.73	0.63	0.78	0.88	0.82	0.59
0.64	0.64	0.93	0.85	0.56	0.70	0.67	0.77	0.77	0.53	0.90	0.89	0.65	0.87	0.80	0.65	0.68	0.77	0.87	0.67	0.67	0.80	0.77	0.87	0.60
0.69	0.76	0.93	0.80	0.63	0.74	0.83	0.82	0.85	0.54	0.91	0.80	0.68	0.79	0.63	0.85	0.79	0.86	0.79	0.74	0.64	0.86	1.00	0.95	0.54
0.62	0.63	0.91	0.76	0.64	0.59	0.65	0.86	0.76	0.54	0.81	0.70	0.76	0.80	0.65	0.80	0.61	0.84	0.72	0.67	0.73	0.72	0.88	0.94	0.53
0.66	0.76	0.93	0.92	0.59	0.78	0.67	0.86	0.96	0.57	0.79	0.82	0.74	0.79	0.61	0.74	0.59	0.88	0.82	0.63	0.72	0.73	0.93	0.79	0.53
0.73	0.69	0.89	1.00	0.60	0.67	0.68	0.78	0.89	0.64	0.78	0.84	0.70	0.74	0.63	0.80	0.73	0.90	0.83	0.67	0.75	0.72	0.80	0.85	0.60
0.68	0.63	0.99	0.85	0.62	0.72	0.78	0.86	0.85	0.60	0.82	0.86	0.70	0.76	0.61	0.65	0.60	0.60	0.79	0.56	0.58	0.68	0.90	0.94	0.56
0.73	0.79	0.97	1.00	0.63	0.67	0.78	0.76	0.93	0.51	0.87	0.77	0.68	0.75	0.58	0.77	0.66	0.69	0.74	0.58	0.51	0.68	0.93	0.96	0.44

45°				90°				135°				180°																	
BBL	BRD	ECD	FSD	TBL	TBL	FSD	ECD	BBL	BRD	ECD	FSD	TBL	TBL	FSD	ECD	BBL	BRD	ECD	FSD	TBL	TBL	FSD	ECD						
1.00	0.79	1.00	1.00	0.82	0.90	0.85	0.69	0.94	0.82	0.88	0.94	0.84	0.93	1.00	1.00	1.00	0.71	1.00	0.93	1.00	0.92	0.87	0.71	1.00	1.00	0.85	0.74		
0.84	0.72	0.80	0.94	0.41	0.90	0.89	0.98	1.00	0.79	0.96	0.83	0.90	0.98	0.80	0.96	0.90	0.88	0.76	0.94	0.89	0.66	0.94	0.92	0.95	0.90	0.92	0.83	1.00	
0.77	0.81	0.71	0.95	0.63	0.93	0.89	1.00	0.91	0.96	0.88	0.86	0.79	0.91	0.98	0.87	0.87	0.74	0.98	0.95	0.81	0.85	0.76	0.90	0.87	0.89	0.85	0.84	0.90	
0.84	0.74	0.72	0.93	0.43	0.87	0.91	0.91	0.80	0.87	0.77	0.82	0.89	0.84	0.95	0.95	0.93	0.85	0.93	1.00	0.86	0.93	0.78	0.89	1.00	0.92	0.88	0.83	1.00	
0.86	0.71	0.87	0.91	0.65	0.90	0.97	0.95	0.95	0.85	0.93	0.88	0.75	0.89	0.97	0.84	0.93	0.85	0.90	0.94	0.93	0.86	0.73	0.82	0.99	0.88	0.88	0.84	0.83	0.92
0.85	0.67	0.79	1.00	0.61	0.93	0.93	0.85	0.94	0.93	0.73	0.87	0.80	0.89	0.96	0.80	0.97	0.91	0.91	0.76	0.91	0.89	0.75	0.89	0.95	0.98	0.72	0.88	0.86	0.95
0.84	0.71	0.76	0.93	0.59	0.80	0.88	0.94	0.88	0.84	0.98	1.00	0.78	0.91	0.97	0.83	0.84	0.87	0.93	0.83	0.87	0.80	0.69	0.89	0.85	0.83	0.77	0.67	0.87	0.90
0.78	0.74	0.81	0.90	0.56	0.86	0.81	0.81	0.86	0.84	0.75	0.79	0.79	0.97	0.97	0.80	0.90	0.96	0.85	0.83	0.96	0.79	0.71	0.91	0.86	0.89	0.75	0.88	0.85	0.90
0.81	0.84	0.80	0.98	0.62	0.83	0.91	0.94	0.88	0.81	0.81	0.83	0.84	0.96	0.92	0.81	0.74	0.96	0.87	0.73	0.83	0.85	0.80	0.88	0.77	0.91	0.80	0.78	0.77	0.87
0.75	0.83	0.85	0.93	0.57	0.80	0.85	0.90	0.90	0.85	0.80	0.95	0.81	0.85	0.83	0.70	0.81	0.91	0.95	0.78	0.89	0.76	0.70	1.00	0.84	0.89	0.77	0.85	0.83	1.00
0.84	0.80	0.77	0.91	0.66	0.83	0.81	0.89	0.84	0.76	0.83	0.88	0.78	0.93	0.90	0.77	0.79	0.87	0.69	0.76	0.86	0.86	0.73	0.92	0.84	0.82	0.75	0.74	0.81	0.82
0.78	0.78	0.80	0.93	0.67	0.80	0.89	0.85	0.86	0.84	0.85	0.82	0.80	1.00	0.86	0.82	0.87	0.90	0.84	0.69	0.91	0.82	0.73	0.90	0.92	0.88	0.77	0.75	0.73	0.92
0.81	0.84	0.79	0.88	0.62	0.79	0.79	0.80	0.95	0.79	0.89	0.85	0.83	0.84	0.92	0.77	0.83	0.90	0.78	0.67	0.81	0.83	0.70	0.77	0.81	0.92	0.75	0.75	0.74	0.98
0.71	0.76	0.73	0.93	0.59	0.80	0.85	0.83	1.00	0.88	0.88	0.82	0.83	0.87	0.93	0.66	0.86	0.92	0.82	0.70	0.89	0.76	0.67	0.95	0.85	0.80	0.75	0.72	0.85	0.82
0.84	0.71	0.87	0.85	0.59	0.81	1.00	0.96	0.86	0.84	0.86	0.86	0.73	0.84	0.86	0.75	0.89	1.00	0.87	0.68	0.87	0.83	0.71	0.77	0.85	0.86	0.78	0.78	0.88	0.84
0.89	0.74	0.83	0.88	0.57	0.80	0.87	0.93	0.88	0.75	0.89	0.86	0.88	0.77	0.86	0.71	0.90	0.88	0.79	0.69	0.84	1.00	0.68	0.76	0.82	0.83	0.72	0.84	0.97	0.80
0.87	0.84	0.73	0.94	0.69	0.76	0.92	0.86	0.88	0.78	0.91	0.90	0.80	0.87	0.83	0.73	0.79	0.95	0.83	0.57	0.96	0.82	0.81	0.79	0.86	0.95	0.62	0.80	0.92	0.90
0.82	0.70	0.79	0.88	0.65	0.90	0.87	0.81	0.81	0.87	0.83	0.82	0.86	0.88	0.83	0.66	0.71	0.88	0.75	0.59	0.87	0.83	0.74	0.91	0.84	0.89	0.73	0.92	0.90	0.79
0.84	0.65	0.88	0.89	0.61	0.77	0.99	0.91	0.93	0.76	0.86	0.94	0.87	0.79	0.76	0.64	0.80	0.95	0.71	0.58	0.86	0.72	0.79	0.86	0.72	0.86	0.68	0.74	0.89	0.77
0.81	0.67	0.74	0.90	0.71	0.81	0.85	0.94	0.83	0.81	0.78	0.81	0.74	0.80	0.80	0.71	0.77	0.89	0.77	0.54	0.89	0.83	0.70	0.85	0.82	0.82	0.82	0.87	0.83	0.74
0.82	0.60	0.91	0.91	0.51	0.79	0.87	0.95	0.89	0.81	0.83	0.86	0.88	0.85	0.76	0.67	0.76	0.82	0.74	0.61	0.81	0.82	0.63	0.76	0.71	1.00	0.72	0.69	0.96	0.97
0.78	0.75	0.84	0.79	0.54	0.81	0.93	0.78	0.86	0.81	0.89	0.92	0.87	0.93	0.80	0.64	0.74	0.86	0.79	0.46	0.81	0.83	0.68	0.84	0.77	0.88	0.80	0.83	0.84	0.85
0.71	0.64	0.80	0.89	0.70	0.77	0.95	0.85	0.85	0.79	0.73	0.87	0.83	0.88	0.88	0.61	0.69	0.84	0.81	0.52	0.86	0.79	0.61	0.80	0.78	0.83	0.70	0.74	0.85	0.74
0.75	0.80	0.76	0.80	0.66	0.77	0.89	0.81	0.85	0.73	0.79	0.87	0.82	0.74	0.81	0.66	0.64	0.81	0.80	0.58	0.94	0.82	0.70	0.83	0.77	0.82	0.78	0.78	0.98	0.80
0.68	0.71	0.79	0.91	0.66	0.86	0.88	0.93	0.80	0.85	0.90	0.82	0.82	0.88	0.78	0.69	0.69	0.91	0.79	0.51	0.81	0.93	0.65	0.83	0.68	0.85	0.70	0.87	0.81	0.75
0.89	0.78	0.89	0.80	0.72	0.77	0.87	0.85	0.83	0.79	0.83	0.85	0.83	0.85	0.83	0.59	0.63	0.82	0.77	0.57	0.89	0.87	0.63	0.85	0.71	0.97	0.78	0.76	0.88	0.82
0.76	0.71	0.81	0.83	0.66	0.79	0.89	0.89	0.84	0.91	0.78	0.91	0.74	0.87	0.73	0.61	0.61	0.83	0.69	0.50	0.91	0.87	0.60	0.78	0.72	0.83	0.68	0.75	0.83	0.70
0.81	0.88	0.81	0.75	0.59	0.77	0.91	0.86	0.85	0.72	0.86	0.78	0.86	0.80	0.68	0.57	0.69	0.83	0.75	0.53	0.83	0.77	0.71	0.81	0.72	0.86	0.85	0.88	0.85	0.61
0.75	0.80	0.80	0.84	0.70	0.81	0.86	0.79	0.86	0.72	0.88	0.88	0.83	0.80	0.73	0.61	0.64	0.78	0.65	0.48	0.93	0.73	0.62	0.85	0.72	0.85	0.78	0.78	0.88	0.66
0.85	0.81	0.83	0.78	0.70	0.73	0.96	0.78	0.83	0.73	0.98	0.83	0.94	0.76	0.68	0.61	0.67	0.75	0.64	0.54	0.81	0.82	0.72	0.87	0.61	0.89	0.72	0.71	0.89	0.67
0.78	0.76	0.86	0.91	0.66	0.74	0.87	0.91	0.86	0.73	0.89	0.86	0.76	0.81	0.75	0.61	0.61	0.86	0.70	0.51	0.86	0.87	0.73	0.76	0.58	0.83	0.77	0.76	0.88	0.62
0.80	1.00	0.93	0.81	0.65	0.76	0.97	0.77	0.89	0.70	0.94	0.85	0.83	0.73	0.78	0.61	0.67	0.73	0.64	0.50	0.86	0.86	0.63	0.84	0.58	0.88	0.77	0.83	0.89	0.64
0.91	0.91	0.90	0.86	0.86	0.69	0.80	0.88	0.91	0.75	0.91	0.81	0.88	0.84	0.66	0.64	0.71	0.85	0.76	0.45	0.79	0.75	0.62	0.95	0.54	0.85	0.70	0.70	0.99	0.72
0.92	0.73	0.79	0.80	0.78	0.70	0.89	0.84	0.94	0.67	0.78	0.78	1.00	0.79	0.68	0.59	0.57	0.74	0.76	0.51	0.80	0.76	0.58	0.88	0.61	0.77	0.78	0.74	1.00	0.59
0.82	0.84	0.92	0.76	0.76	0.86	0.92	0.89	0.85	0.69	1.00	0.81	0.88	0.80	0.75	0.57	0.59	0.81	0.68	0.50	0.83	0.80	0.61	0.90	0.59	0.77	0.68	0.81	0.89	0.61
0.84	0.74	0.87	0.74	0.73	0.89	0.89	0.89	0.72	0.88	0.76	0.81	0.82	0.69	0.55	0.57	0.74	0.63	0.55	0.77	0.76	0.60	0.89	0.52	0.75	0.75	0.70	0.86	0.61	
0.73	0.80	0.70	0.86	0.76	0.80	0.90	0.84	0.80	0.67	0.81	0.79	0.91	0.78	0.76	0.58	0.67	0.69	0.61	0.48	0.74	0.82	0.64	0.85	0.51	0.78	0.67	0.74	0.86	0.56
0.80	0.80	0.82	0.83	0.75	0.81	0.86	0.84	0.91	0.75	0.93	0.87	0.80	0.80	0.66	0.53	0.60	0.84	0.64	0.46	0.74	0.75	0.68	0.95	0.52	0.65	0.70	0.78	0.84	0.52
0.80	0.92	0.87	0.88	1.00	0.91	0.91	0.81	0.86	0.78	0.85	0.87	0.84	0.84	0.59	0.52	0.64	0.79	0.64	0.51	0.71	0.76	0.60	0.81	0.52	0.72	0.58	0.66	0.84	0.59
0.85	0.97	0.82	0.88	0.80	1.00	0.84	0.89	0.93	0.78	0.85	0.77	0.88	0.76	0.69	0.58	0.67	0.67	0.70	0.51	0.73	0.65	0.62	0.85	0.53	0.60	0.62	0.78	0.88	0.51

45°				90°				135°				45°				90°				135°							
BBL	BRD	ECD	TBL																								
1.00	0.66	0.85	0.83	0.93	0.99	0.86	1.00	1.00	0.96	0.73	0.88	1.00	0.67	0.72	0.71	0.91	0.85	0.94	0.81	1.00	0.94	0.90	0.93	1.00	0.80	1.00	1.00
0.90	1.00	0.91	0.98	0.91	0.91	0.84	0.73	1.00	0.88	0.81	0.83	0.76	0.81	0.87	1.00	0.85	0.98	0.86	0.94	0.79	0.73	0.90	1.00	0.87	0.76	0.92	0.87
1.00	0.95	1.00	0.94	0.99	1.00	0.81	0.69	0.91	0.92	0.91	0.86	0.71	0.83	0.85	1.00	0.74	0.93	0.96	0.98	0.76	0.77	0.81	0.90	0.88	0.77	1.00	0.92
0.97	0.96	0.94	0.99	0.92	1.00	0.86	0.61	0.91	0.93	0.84	0.86	1.00	1.00	0.78	0.94	0.85	0.88	0.92	0.98	0.76	1.00	0.78	0.71	0.90	0.92	0.79	0.96
0.97	0.88	0.90	0.94	0.89	0.94	0.78	0.69	0.86	0.86	0.76	0.84	0.74	0.80	0.83	0.80	0.97	0.96	0.91	0.97	0.94	1.00	0.86	0.77	0.82	1.00	0.97	0.88
0.92	0.89	0.91	1.00	0.92	0.90	0.84	0.68	0.83	0.88	0.81	0.84	0.74	0.77	0.74	0.87	0.74	0.83	0.90	0.82	0.74	0.81	0.66	0.78	0.88	0.80	0.82	0.81
0.94	0.85	0.89	0.93	0.89	0.87	0.82	0.63	0.86	0.82	0.81	0.84	0.74	0.77	0.74	0.85	0.88	0.84	0.86	0.92	0.88	0.91	0.94	0.81	0.72	0.95	0.78	0.91
0.83	0.87	0.83	0.98	0.93	0.96	0.71	0.67	0.82	0.83	0.95	0.79	0.71	0.73	0.85	0.88	0.84	0.86	0.92	0.88	0.91	0.94	0.81	0.72	0.95	0.78	0.91	0.85
0.86	0.94	0.87	0.92	0.90	0.86	0.74	0.69	0.80	0.84	0.87	0.76	0.82	0.87	0.71	0.79	0.73	0.81	0.85	1.00	0.81	0.75	0.91	0.90	0.81	0.82	0.78	0.85
0.85	0.87	0.91	0.94	0.89	0.99	0.73	0.68	0.80	0.83	0.79	0.99	0.74	0.76	0.85	0.94	0.93	1.00	0.82	0.85	0.83	0.94	0.80	0.80	0.88	0.72	0.95	0.89
0.82	0.73	0.96	0.84	0.97	0.86	0.80	0.62	0.76	0.76	0.90	0.94	0.68	0.84	0.83	0.93	0.86	0.92	0.80	0.74	0.85	0.91	0.73	0.90	0.78	0.77	0.90	0.77
0.79	0.74	0.89	0.91	0.87	0.88	0.87	0.71	0.77	0.74	0.87	0.76	0.74	0.81	0.76	0.85	0.85	0.84	0.75	0.79	0.70	0.88	0.66	0.83	0.78	0.95	0.83	0.78
0.83	0.79	0.82	1.00	0.89	0.97	0.84	0.60	0.73	0.80	0.77	0.86	0.76	0.82	0.72	0.88	0.72	0.96	0.87	0.83	0.82	0.81	0.73	0.81	0.81	0.80	0.85	0.84
0.83	0.84	0.94	0.89	0.82	0.96	0.79	0.65	0.72	0.77	0.86	0.79	0.82	0.87	0.79	0.84	0.68	0.79	0.75	0.76	0.88	0.67	0.89	0.84	0.72	0.83	0.83	0.89
0.82	0.76	0.87	0.87	0.92	1.00	0.86	0.72	0.64	0.76	0.77	0.84	0.75	0.87	0.77	0.72	0.76	0.69	0.75	0.80	0.73	0.80	0.67	0.67	1.00	0.67	0.78	0.83
0.85	0.83	0.89	0.90	0.99	0.96	0.75	0.60	0.74	0.75	0.87	0.77	0.70	0.74	0.73	0.93	0.78	0.93	0.79	0.87	0.85	0.78	0.68	0.81	0.81	0.65	0.90	0.83
0.79	0.78	0.89	0.97	0.92	0.88	0.88	0.58	0.67	0.75	0.88	0.92	0.71	0.83	0.73	0.84	0.70	0.82	0.79	0.71	0.77	0.91	0.74	0.83	0.78	0.73	0.82	0.74
0.85	0.84	0.82	0.86	0.90	0.83	0.83	0.62	0.70	0.70	0.86	0.80	0.62	0.85	0.66	0.81	0.75	0.72	0.78	0.74	0.80	0.92	0.74	0.79	0.69	0.75	0.78	0.83
0.88	0.80	0.84	0.92	0.86	0.90	0.92	0.64	0.79	0.68	0.97	0.84	0.72	0.79	0.65	0.99	0.84	0.89	1.00	0.69	0.70	0.91	0.72	0.71	0.64	0.85	0.86	0.88
0.90	0.74	0.87	0.86	1.00	0.88	0.86	0.60	0.75	0.83	0.88	0.89	0.78	0.79	0.72	0.82	0.79	0.82	0.89	0.70	0.88	0.87	0.65	0.74	0.75	0.92	0.73	0.81
0.93	0.74	0.87	0.84	0.89	0.90	1.00	0.55	0.73	0.74	0.78	0.81	0.70	0.76	0.66	0.70	0.65	0.61	0.68	0.65	0.68	0.98	0.60	0.75	0.69	0.68	0.82	0.80
0.92	0.72	0.76	0.90	0.86	0.87	0.77	0.68	0.77	0.73	0.87	0.88	0.76	0.93	0.66	0.72	0.61	0.81	0.69	0.63	0.82	0.85	0.74	0.72	0.59	0.77	0.83	0.78
0.79	0.74	0.78	0.94	0.89	0.90	0.85	0.57	0.83	0.74	0.90	0.92	0.78	0.93	0.69	0.73	0.73	0.79	0.83	0.68	0.76	0.87	0.66	0.63	0.66	0.73	0.82	0.80
0.83	0.82	0.79	0.92	0.86	0.93	0.83	0.61	0.79	0.73	0.88	0.80	0.72	0.91	0.62	0.72	0.70	0.73	0.73	0.56	0.73	0.81	0.74	0.82	0.64	0.73	0.85	0.82
0.86	0.99	0.89	0.84	0.96	0.88	0.83	0.63	0.76	0.71	0.97	0.84	0.78	0.99	0.64	0.67	0.69	0.69	0.82	0.69	0.73	0.93	0.64	0.76	0.64	0.90	0.83	0.82
0.86	0.87	0.83	0.94	0.92	0.88	0.75	0.59	0.79	0.70	0.96	0.78	0.77	0.98	0.64	0.70	0.67	0.74	0.79	0.61	0.71	0.84	0.61	0.97	0.59	0.80	0.73	0.77
0.90	0.80	0.85	0.90	0.85	0.88	0.78	0.63	0.74	0.65	0.88	0.87	0.78	0.90	0.61	0.70	0.75	0.81	0.66	0.64	0.73	0.73	0.80	0.89	0.64	0.70	0.85	0.79
0.85	0.81	0.84	0.92	0.89	0.87	0.90	0.60	0.77	0.62	0.82	0.78	0.74	0.79	0.62	0.67	0.70	0.62	0.71	0.57	0.67	0.87	0.69	0.84	0.57	0.80	0.77	0.75
0.89	0.80	0.04	0.83	0.89	0.93	0.86	0.62	0.85	0.75	0.81	0.75	0.62	0.85	0.62	0.64	0.64	0.64	0.57	0.56	0.67	0.80	0.79	0.62	0.57	0.85	0.83	0.80
0.86	0.79	0.04	0.81	0.86	0.93	0.89	0.63	0.86	0.66	0.86	0.91	0.67	0.94	0.58	0.75	0.72	0.75	0.65	0.57	0.62	0.84	0.66	0.67	0.55	0.73	0.77	0.84
0.83	0.88	0.04	1.00	0.84	0.86	0.74	0.65	0.79	0.70	0.90	0.76	0.66	0.85	0.64	0.69	0.66	0.64	0.63	0.54	0.67	0.77	0.65	0.87	0.57	0.67	0.82	0.84
0.94	0.78	0.04	0.82	0.93	0.94	0.80	0.73	0.76	0.65	0.82	0.96	0.70	0.85	0.58	0.69	0.65	0.73	0.86	0.56	0.64	0.71	0.67	0.80	0.60	0.80	0.74	0.83
0.88	0.79	0.04	0.82	0.93	0.96	0.88	0.62	0.78	0.62	0.82	0.96	0.70	0.85	0.58	0.69	0.65	0.73	0.86	0.56	0.64	0.71	0.67	0.80	0.60	0.80	0.74	0.89
0.79	0.71	0.04	0.89	0.85	0.86	0.81	0.63	0.84	0.70	0.82	1.00	0.80	0.91	0.55	0.61	0.71	0.83	0.65	0.58	0.59	0.67	0.63	0.71	0.66	0.72	0.74	0.62
0.82	0.72	0.04	0.89	0.86	0.84	0.85	0.65	0.78	0.67	0.86	0.96	0.75	0.99	0.64	0.64	0.62	0.73	0.66	0.60	0.62	0.64	0.92	0.60	0.62	0.72	0.60	0.81
0.86	0.80	0.04	0.88	0.75	0.93	0.78	0.70	0.74	0.68	0.91	0.84	0.74	0.85	0.36	0.63	0.62	0.62	0.86	0.69	0.50	0.64	0.64	0.72	0.95	0.57	0.67	0.65
0.86	0.80	0.04	0.88	0.75	0.93	0.78	0.70	0.74	0.68	0.91	0.84	0.74	0.85	0.36	0.63	0.62	0.62	0.86	0.69	0.50	0.64	0.64	0.72	0.95	0.57	0.67	0.65
0.93	0.79	0.04	0.89	0.78	0.93	0.86	0.70	0.93	0.67	0.87	0.81	0.61	0.79	0.55	0.60	0.58	0.72	0.70	0.55	0.62	0.62	0.76	1.00	0.60	0.65	0.65	0.81
0.85	0.81	0.04	0.81	0.90	0.93	0.85	0.63	0.77	0.64	0.96	0.77	0.82	0.90	0.52	0.63	0.62	0.69	0.67	0.55	0.59	0.70	0.64	0.74	0.62	0.63	0.60	0.91
0.85	0.77	0.04	0.87	0.85	0.87	0.82	0.58	0.75	0.64	0.88	0.79	0.68	0.87	0.57	0.64	0.62	0.75	0.51	0.54	0.61	0.69	0.64	0.79	0.59	0.70	0.64	0.72
0.90	0.99	0.04	0.88	0.79	0.94	0.92	0.67	0.79	0.67	0.83	0.93	0.77	0.83	0.57	0.60	0.64	0.67	0.58	0.51	0.59	0.60	0.82	0.51	0.62	0.63	0.53	0.73

Apêndice II: Tabela 4 com todos os valores RMS normalizados.

45°				90°				135°				45°				90°				135°													
BBL	BRD	ECD	FSD	TBL	BBL	BRD	ECD	FSD	TBL	BBL	BRD	ECD	FSD	TBL	BBL	BRD	ECD	FSD	TBL	BBL	BRD	ECD	FSD	TBL	BBL	BRD	ECD	FSD	TBL	BBL	BRD	ECD	FSD
0.33	0.04	0.24	0.24	0.47	0.15	0.26	0.08	0.12	0.19	0.10	0.27	0.25	0.31	0.35	0.29	0.34	0.28	0.29	0.46	0.10	0.02	0.15	0.17	0.27	0.28	0.14	0.20	0.35	0.38	0.38	0.38		
0.75	0.31	0.47	0.88	0.87	0.64	0.69	0.36	0.34	0.70	0.23	0.48	0.51	0.62	0.74	0.28	0.67	0.44	0.60	0.74	0.28	0.20	0.32	0.39	0.60	0.31	0.17	0.26	0.40	0.46	0.46			
0.64	0.67	0.51	0.68	0.79	0.74	0.60	0.39	0.38	0.69	0.33	0.44	0.47	0.65	0.66	0.50	0.69	0.44	0.62	0.67	0.27	0.21	0.34	0.38	0.55	0.31	0.25	0.29	0.41	0.46	0.46			
0.70	0.68	0.64	0.74	0.84	0.91	0.63	0.45	0.45	0.72	0.27	0.42	0.75	1.00	0.64	0.57	0.71	0.49	0.66	0.69	0.22	0.32	0.38	0.24	0.54	0.35	0.23	0.30	0.38	0.46	0.46			
0.68	0.58	0.70	0.70	0.78	0.85	0.59	0.44	0.50	0.76	0.34	0.48	0.53	0.63	0.73	0.75	0.67	0.54	0.70	0.82	0.24	0.26	0.40	0.28	0.59	0.35	0.25	0.39	0.41	0.49	0.49			
0.73	0.67	0.85	0.87	0.83	0.96	0.68	0.44	0.63	0.76	0.33	0.46	0.55	0.66	0.75	0.49	0.84	0.69	1.00	0.75	0.28	0.28	0.33	0.35	0.56	0.44	0.22	0.39	0.38	0.75	0.75			
0.61	0.63	0.93	0.96	0.76	1.00	0.60	0.46	0.69	0.75	0.35	0.46	0.56	0.69	0.79	0.58	0.59	0.64	0.52	0.75	0.37	0.20	0.38	0.28	0.61	0.36	0.24	0.42	0.37	0.51	0.51			
0.71	0.56	0.82	0.73	0.79	0.95	0.54	0.49	0.79	0.79	0.42	0.48	0.56	0.61	0.67	0.55	0.72	0.55	0.56	0.73	0.28	0.31	0.33	0.25	0.54	0.35	0.27	0.45	0.40	0.71	0.71			
0.73	0.59	0.99	0.80	0.75	0.92	0.53	0.51	0.85	0.74	0.34	0.53	0.55	0.58	0.73	0.32	0.49	0.54	0.57	0.61	0.35	0.36	0.38	0.32	0.67	0.37	0.30	0.50	0.36	0.56	0.56			
0.60	0.41	0.95	0.96	0.77	0.80	0.52	0.55	0.89	0.77	0.33	0.53	0.59	0.55	0.74	0.41	0.60	0.57	0.63	0.66	0.36	0.33	0.34	0.29	0.61	0.50	0.24	0.47	0.35	0.89	0.89			
0.63	0.36	0.84	0.86	0.77	0.76	0.53	0.58	0.89	0.74	0.39	0.59	0.66	0.57	0.82	0.43	0.73	0.55	0.56	0.77	0.38	0.31	0.31	0.29	0.64	0.39	0.23	0.46	0.36	0.60	0.60			
0.66	0.43	0.81	0.96	0.73	0.69	0.54	0.62	0.87	0.76	0.39	0.45	0.58	0.54	0.74	0.55	0.57	0.57	0.50	0.66	0.30	0.43	0.32	0.34	0.59	0.33	0.17	0.57	0.33	0.61	0.61			
0.76	0.39	0.98	0.75	0.76	0.71	0.77	0.69	0.95	0.74	0.38	0.60	0.72	0.76	0.89	0.69	0.63	0.62	0.58	0.74	0.38	0.27	0.32	0.34	0.72	0.31	0.30	0.58	0.37	0.55	0.55			
0.75	0.45	0.85	0.74	0.82	0.82	0.66	0.73	1.00	0.80	0.37	0.50	0.67	0.60	0.76	0.48	0.64	0.55	0.76	0.63	0.30	0.29	0.34	0.35	0.63	0.45	0.22	0.59	0.35	0.79	0.79			
0.64	0.41	0.83	0.93	0.76	0.71	0.61	0.79	0.92	0.75	0.37	0.50	0.66	0.60	0.81	0.49	0.76	0.62	0.50	0.71	0.31	0.27	0.32	0.32	0.63	0.41	0.25	0.61	0.40	0.76	0.76			
0.69	0.49	0.86	0.87	0.79	0.70	0.58	0.76	0.95	0.71	0.33	0.51	0.67	0.64	0.78	0.59	0.63	0.50	0.51	0.68	0.46	0.33	0.37	0.39	0.82	0.41	0.25	0.68	0.34	0.69	0.69			
0.56	0.41	1.00	0.85	0.65	0.69	0.62	0.71	0.83	0.76	0.48	0.59	0.62	0.61	0.93	0.54	0.65	0.43	0.51	0.66	0.47	0.31	0.34	0.32	0.80	0.58	0.23	0.61	0.36	1.00	1.00			
0.59	0.52	0.94	0.74	0.74	0.65	0.52	0.87	0.85	0.65	0.37	0.59	0.64	0.54	0.81	0.84	1.00	0.52	0.60	0.84	0.41	0.35	0.32	0.30	0.69	0.40	0.25	0.59	0.39	0.80	0.80			
0.53	0.40	0.91	0.86	0.74	0.67	0.72	0.79	0.77	0.75	0.54	0.56	0.61	0.57	0.81	0.58	0.80	0.51	0.79	0.81	0.34	0.31	0.35	0.36	0.77	0.43	0.27	0.64	0.36	0.79	0.79			
0.55	0.42	0.84	0.67	0.71	0.75	0.64	0.79	0.75	0.75	0.48	0.58	0.66	0.49	0.87	0.49	0.65	0.49	0.66	0.70	0.33	0.44	0.42	0.45	0.29	0.92	0.44	0.25	0.69	0.35	0.78	0.78		
0.59	0.33	0.75	0.76	0.77	0.78	0.74	0.80	0.78	0.79	0.48	0.58	0.68	0.58	0.88	0.66	0.89	0.78	0.80	0.78	0.49	0.42	0.45	0.29	0.92	0.44	0.25	0.69	0.35	0.78	0.78			
0.56	0.35	0.67	0.70	0.80	0.78	0.61	0.92	0.70	0.78	0.50	0.62	0.63	0.54	0.88	0.68	0.79	0.60	0.57	0.80	0.49	0.49	0.38	0.32	0.83	0.41	0.36	0.56	0.34	0.83	0.83			
0.61	0.42	0.70	0.73	0.82	0.77	0.57	0.85	0.62	0.72	0.57	0.57	0.60	0.58	0.81	0.54	0.62	0.52	0.67	0.65	0.39	0.33	0.46	0.37	0.77	0.53	0.25	0.59	0.35	0.99	0.99			
0.66	0.45	0.76	0.74	0.85	0.61	0.67	0.82	0.70	0.74	0.46	0.67	0.59	0.52	0.84	0.89	0.94	0.49	0.57	0.94	0.58	0.48	0.40	0.31	0.84	0.43	0.31	0.68	0.33	0.78	0.78			
0.65	0.56	0.77	0.77	0.78	0.74	0.77	0.82	0.77	0.83	0.45	0.67	0.63	0.57	0.89	1.00	0.80	0.49	0.56	0.89	0.60	0.39	0.38	0.40	0.90	0.45	0.39	0.63	0.48	0.84	0.84			
0.61	0.53	0.76	0.68	0.78	0.80	0.69	0.71	0.79	0.78	0.54	0.67	0.62	0.50	0.96	0.79	0.69	0.59	0.77	0.73	0.73	0.35	0.44	0.32	0.88	0.48	0.34	0.64	0.39	0.66	0.66			
0.65	0.48	0.88	0.99	0.88	0.73	0.71	0.85	0.88	0.77	0.56	0.90	0.64	0.54	0.90	0.77	0.87	0.56	0.87	0.83	0.67	0.57	0.37	0.37	0.79	0.40	0.44	0.60	0.42	0.68	0.68			
1.00	0.56	0.06	0.84	0.89	0.69	0.67	0.80	0.70	0.75	0.53	0.62	0.76	0.48	0.75	0.75	0.86	0.97	0.85	0.75	0.57	0.54	0.48	0.35	0.85	0.43	0.41	0.59	0.47	0.65	0.65			
0.74	0.48	0.09	0.74	0.78	0.80	0.90	0.71	0.74	0.82	0.63	0.69	0.80	0.51	0.85	0.86	0.79	0.71	0.73	0.95	0.68	0.46	0.36	0.33	0.79	0.50	0.33	0.55	0.44	0.75	0.75			
0.69	0.60	0.11	0.68	0.84	0.92	0.65	1.00	0.79	0.73	0.73	0.55	0.83	0.78	0.61	0.87	0.59	0.72	0.83	0.97	0.66	0.72	0.80	0.69	0.54	0.75	0.64	0.59	0.63	0.46	0.76	0.76		
0.75	0.50	0.11	0.75	0.81	0.73	0.81	0.93	0.73	0.55	0.83	0.78	0.61	0.87	0.77	0.70	0.85	0.69	0.68	0.73	0.69	0.74	0.61	0.50	0.76	0.58	0.51	0.78	0.41	0.66	0.66			
0.77	0.49	0.11	0.76	0.85	0.76	0.61	0.73	0.83	0.72	0.52	0.74	0.84	0.64	0.77	0.70	0.85	0.69	0.68	0.73	0.77	0.66	0.63	0.63	0.48	1.00	0.51	0.62	0.78	1.00	1.00			
0.81	0.45	0.11	0.75	0.82	0.72	0.77	0.90	0.85	0.80	0.56	0.99	0.81	0.63	0.73	0.77	0.84	0.74	0.71	0.77	0.66	0.63	0.63	0.48	1.00	0.51	0.62	0.78	1.00	0.70	0.70			
0.74	0.58	0.11	0.62	1.00	0.82	0.77	0.81	0.89	0.82	0.56	0.81	0.84	0.61	0.81	0.81	0.79	0.71	1.00	0.78	0.82	0.84	0.85	0.70	0.65	0.85	0.59	0.62	0.44	0.53	0.67			
0.96	0.64	0.11	0.68	0.92	0.80	0.70	0.73	0.93	0.75	0.49	0.92	0.85	0.66	0.77	0.81	0.84	0.90	0.70	0.65	1.00	1.00	0.78	0.87	0.96	0.49	0.56	0.63	0.64	0.63	0.63			
0.72	0.49	0.11	0.55	0.90	0.90	0.80	0.83	0.82	0.85	0.67	0.91	0.79	0.59	1.00	0.75	0.81	0.93	0.82	0.84	0.52	0.89	0.79	1.00	0.76	0.70	0.72	0.87	0.67	0.76	0.76			
0.81	0.46	0.11	0.61	0.92	0.91	0.84	0.78	0.76	0.86	1.00	0.73	0.68	0.58	0.98	0.93	0.92	0.80	0.77	0.89	0.73	0.41	0.82	0.80	0.97	0.75	0.74	1.00	0.89	0.75	0.75			
0.99	0.36	0.11	0.57	0.89	0.84	0.89	0.85	0.63	0.80	0.72	0.77	0.83	0.66	0.92	0.86	0.78	0.79	0.55	0.87	0.82	0.68	1.00	0.76	0.88	0.66	0.69	0.84	0.67	0.55	0.55			
0.76	1.00	0.11	0.69	0.81	0.90	1.00	0.83	0.62	1.00	0.71	1.00	0.87	0.64	0.90	0.98	0.64	0.85	0.75	0.86	0.94	0.98	0.90	0.54	0.91	1.00	1.00	0.74	0.61	0.80	0.80			

45°						90°						135°						45°						90°						135°																																
BBL	BRD	ECD	FSD	TBL	TBL	BBL	BRD	ECD	FSD	TBL	TBL	BBL	BRD	ECD	FSD	TBL	TBL	BBL	BRD	ECD	FSD	TBL	TBL	BBL	BRD	ECD	FSD	TBL	TBL	BBL	BRD	ECD	FSD	TBL	TBL	BBL	BRD	ECD	FSD	TBL	TBL																					
0.48	0.84	0.34	0.34	0.88	0.41	0.39	0.26	0.31	0.57	0.36	0.27	0.49	0.33	0.50	0.78	0.90	0.30	0.42	0.85	0.62	0.17	0.26	0.37	0.72	0.18	0.14	0.32	0.43	0.25	0.52	0.67	0.33	0.31	0.83	0.42	0.41	0.54	0.37	0.64	0.94	0.54	0.29	0.32	0.80	0.66	0.42	0.47	0.74	0.70	0.57	0.31	0.80	0.78	0.67								
0.84	0.91	0.35	0.41	0.93	0.41	0.59	0.34	0.46	0.69	0.38	0.40	0.61	0.37	0.63	0.95	0.81	0.29	0.39	0.98	0.68	0.39	0.51	0.56	0.77	0.71	0.27	0.83	0.86	0.79	0.44	0.89	0.35	0.30	0.88	0.55	0.58	0.36	0.44	0.73	0.75	0.37	0.58	0.56	0.77	0.93	1.00	0.33	0.39	1.00	0.82	0.39	0.39	0.50	0.84	0.78	0.35	1.00	0.77	0.72			
0.48	0.64	0.39	0.30	0.78	0.44	0.53	0.38	0.51	0.62	0.35	0.60	0.62	0.48	0.63	0.90	0.61	0.38	0.40	0.82	0.76	0.42	0.39	0.49	0.92	0.61	0.28	0.88	1.00	0.77	0.45	0.54	0.38	0.42	0.71	0.48	0.71	0.37	0.50	0.66	0.50	0.70	1.00	0.77	0.81	0.89	0.38	0.41	0.92	0.60	0.50	0.36	0.63	0.83	0.68	0.54	0.90	0.83	0.78				
0.67	0.62	0.39	0.37	0.89	0.45	0.61	0.38	0.48	0.63	0.36	0.36	0.56	0.63	0.67	0.78	0.55	0.36	0.41	0.71	0.79	0.43	0.35	0.54	0.71	0.60	0.33	0.64	0.58	0.70	0.75	0.51	0.38	0.40	0.69	0.61	0.43	0.39	0.43	0.39	0.46	0.67	1.00	0.62	0.32	0.41	0.85	0.78	0.39	0.35	0.51	0.90	0.74	0.29	0.61	0.60	0.87						
0.75	0.51	0.38	0.40	0.69	0.61	0.43	0.39	0.43	0.76	0.35	0.41	0.59	0.46	0.67	1.00	0.62	0.32	0.41	0.85	0.78	0.39	0.35	0.51	0.90	0.74	0.29	0.61	0.60	0.87	0.64	0.57	0.39	0.35	0.74	0.60	0.74	0.39	0.39	0.74	0.48	0.53	0.51	0.35	0.69	0.69	0.50	0.36	0.35	0.69	0.73	0.37	0.52	0.89	0.60	0.31	0.59	0.60	0.71				
0.57	0.60	0.50	0.40	0.75	0.50	0.54	0.42	0.45	0.73	0.44	0.64	0.58	0.37	0.72	0.70	0.57	0.39	0.38	0.77	0.73	0.51	0.35	0.48	0.96	0.44	0.58	0.59	0.61	0.74	0.84	0.57	0.62	0.37	0.83	0.44	0.47	0.47	0.39	0.66	0.32	0.46	0.59	0.73	0.59	0.71	0.56	0.37	0.34	0.75	0.69	0.68	0.32	0.46	0.93	0.77	0.35	0.58	0.45	0.85			
0.61	0.76	1.00	1.00	0.82	0.47	0.54	0.54	1.00	0.69	0.37	0.55	0.58	0.39	0.58	0.60	0.73	0.36	0.36	0.82	0.82	0.41	0.37	0.44	0.78	0.57	0.33	0.87	0.92	0.69	0.62	0.66	0.54	0.33	0.79	0.47	0.67	0.65	0.41	0.46	0.69	0.35	0.63	0.85	0.81	1.00	0.82	0.74	0.45	0.37	0.49	0.81	0.58	0.34	0.65	0.80	0.76						
0.48	0.76	0.48	0.40	0.76	0.73	0.46	0.56	0.58	0.79	0.34	0.52	0.81	0.76	0.64	0.75	0.90	0.37	0.39	0.93	0.92	0.53	0.35	0.49	0.83	0.67	0.24	0.76	0.85	0.68	0.45	0.60	0.43	0.30	0.84	0.45	0.66	0.54	0.66	0.54	0.66	0.45	0.66	0.70	0.80	0.46	0.40	0.57	0.96	0.57	0.43	0.75	0.70	0.70									
0.80	0.46	0.40	0.26	0.74	0.37	0.59	0.59	0.73	0.63	0.38	0.55	1.00	0.50	0.59	0.80	0.54	0.39	0.36	0.82	0.70	0.65	0.47	0.55	0.77	0.66	0.53	0.64	0.65	0.81	0.69	0.63	0.42	0.27	0.76	0.53	0.68	0.63	0.51	0.69	0.47	0.45	0.75	0.36	0.75	0.79	0.68	0.40	0.32	0.82	0.86	0.58	0.37	0.48	0.95	0.55	0.40	0.54	0.60	0.76			
0.64	0.51	0.45	0.25	0.70	0.60	0.71	0.68	0.51	0.74	0.45	0.57	0.65	0.35	0.60	0.70	0.67	0.44	0.43	0.82	0.81	0.66	0.45	0.48	0.97	0.53	0.36	0.57	0.62	0.70	0.72	1.00	0.40	0.22	0.85	0.56	0.75	0.67	0.45	0.70	0.40	0.70	0.64	0.32	0.69	0.75	0.76	0.36	0.28	0.87	0.77	0.71	0.49	0.48	0.92	0.78	0.32	0.55	0.55	0.79			
0.49	0.58	0.49	0.76	0.79	0.51	0.72	0.82	0.78	0.71	0.49	0.55	0.69	0.39	0.69	0.82	0.88	0.40	0.39	0.88	1.00	0.79	0.41	0.60	0.84	0.55	0.44	0.64	0.66	0.76	0.63	0.66	0.45	0.23	0.74	0.56	0.80	0.71	0.50	0.73	0.56	0.66	0.69	0.57	0.79	0.82	0.97	0.43	0.34	0.98	0.83	0.42	0.75	0.98	0.91	0.52	0.36	0.68	0.77	0.74			
0.56	0.46	0.46	0.21	0.67	0.50	0.91	0.71	0.47	0.78	0.56	0.52	0.64	0.39	0.66	0.60	0.69	0.40	0.41	0.90	0.80	0.59	1.00	1.00	0.91	0.42	0.42	0.70	0.67	0.75	0.54	0.62	0.45	0.21	0.85	0.53	0.74	0.68	0.42	0.67	0.65	0.53	0.68	0.64	0.84	0.71	0.77	0.44	0.40	0.89	0.67	0.63	0.62	0.85	0.79	0.51	0.55	0.61	0.65	0.81			
0.48	0.42	0.48	0.23	0.71	1.00	0.60	0.66	0.43	1.00	0.89	0.68	0.78	0.49	0.98	0.75	0.59	0.44	0.40	0.89	0.80	0.77	0.53	0.61	0.84	0.58	0.34	0.69	0.64	0.69	0.55	0.78	0.49	0.25	0.77	0.66	0.63	0.74	0.44	0.74	0.60	0.64	0.79	0.46	0.70	0.58	0.62	0.42	0.36	0.77	0.71	0.58	0.58	0.60	0.86	0.73	0.66	0.65	0.63	1.00			
0.58	0.63	0.51	0.24	0.80	0.52	0.68	0.83	0.47	0.71	0.78	0.65	0.87	0.30	0.74	0.72	0.91	0.45	0.36	0.88	0.53	0.66	0.43	0.53	0.81	0.48	0.39	0.55	0.60	0.71	0.51	0.62	0.65	0.29	0.76	0.54	0.85	0.72	0.38	0.68	0.45	0.74	0.80	0.34	0.59	0.72	0.66	0.41	0.35	0.89	0.59	0.76	0.47	0.58	0.84	0.51	0.43	0.62	0.57	0.82			
0.38	0.44	0.61	0.23	0.63	0.43	1.00	0.76	0.43	0.67	0.79	0.55	0.81	0.29	0.65	0.80	0.61	0.41	0.31	0.84	0.52	0.85	0.61	0.62	0.84	0.61	0.58	0.69	0.54	0.75	0.58	0.52	0.59	0.33	0.81	0.50	0.79	0.68	0.41	0.68	0.65	0.81	0.72	0.63	0.73	0.88	0.92	0.52	0.39	0.87	0.73	0.80	0.42	0.54	0.86	0.78	0.34	0.55	0.56	0.83			
0.53	0.73	0.46	0.29	0.89	0.55	0.84	0.83	0.52	0.76	0.58	0.77	0.79	0.36	0.73	0.51	0.37	0.40	0.36	0.62	0.63	0.83	0.55	0.59	0.85	0.56	0.34	0.53	0.62	0.70	0.73	0.63	0.54	0.24	0.86	0.61	0.81	0.86	0.48	0.73	0.91	0.65	0.96	0.37	0.89	0.56	0.48	0.41	0.37	0.72	0.48	0.74	0.48	0.69	0.77	0.61	1.00	0.48	0.67	0.88			
0.53	0.91	0.47	0.22	0.83	0.69	0.83	0.92	0.39	0.88	0.80	0.62	0.87	0.33	0.80	0.65	0.53	0.38	0.30	0.27	0.66	0.61	0.74	0.43	0.55	1.00	0.46	0.43	0.60	0.68	0.47	0.56	0.45	0.22	0.79	0.67	0.90	0.91	0.52	0.73	0.53	0.63	0.87	0.35	0.70	0.49	0.47	0.45	0.39	0.69	0.61	0.76	0.58	0.58	0.81	0.67	0.31	0.62	0.52	0.66			
0.68	0.91	0.48	0.22	0.86	0.64	0.72	0.79	0.49	0.85	0.75	0.54	0.85	0.34	0.91	0.54	0.55	0.46	0.38	0.74	0.61	1.00	0.81	0.69	0.81	0.74	0.68	0.57	0.66	0.88	0.52	0.56	0.44	0.22	0.86	0.64	0.72	0.79	0.49	0.85	0.75	0.54	0.85	0.34	0.91	0.54	0.55	0.46	0.38	0.74	0.61	1.00	0.81	0.69	0.81	0.74	0.68	0.57	0.49	0.60	0.78		
0.90	0.48	0.45	0.24	0.84	0.49	0.91	1.00	0.61	0.71	1.00	0.74	0.86	0.37	1.00	0.54	0.54	0.40	0.36	0.75	0.40	0.97	0.41	0.56	0.71	0.79	0.66	0.46	0.54	0.72	0.78	0.65	0.50	0.24	0.84	0.49	0.91	1.00	0.61	0.71	1.00	0.74	0.86	0.37	1.00	0.54	0.54	0.40	0.36	0.75	0.40	0.97	0.41	0.56	0.71	0.79	0.66	0.46	0.54	0.72			
0.78	0.65	0.50	0.24	0.84	0.43	0.83	0.77	0.35	0.75	0.87	1.00	0.87	0.36	0.83	0.76	0.55	0.52	0.46	0.74	0.54	0.69	0.43	0.43	0.69	0.63	0.73	0.46	0.62	0.79	1.00	0.92	0.48	0.20	0.95	0.44	0.93	0.81	0.55	0.67	0.77	0.80	0.91	0.34	1.00	0.90	0.84	0.42	0.37	0.83	0.65	0.66	0.62	0.56	0.66	0.62	0.56	0.83	1.00	0.46	0.47	0.66	0.83

45°				90°				135°				45°				90°				135°																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
BBL	BRD	ECD	FSD	TBL	BBL	BRD	ECD	FSD	TBL	BBL	BRD	ECD	FSD	TBL	BBL	BRD	ECD	FSD	TBL	BBL	BRD	ECD	FSD	TBL	BBL	BRD	ECD	FSD	TBL	BBL	BRD	ECD	FSD	TBL	BBL	BRD	ECD	FSD	TBL	BBL	BRD	ECD	FSD	TBL	BBL	BRD	ECD	FSD	TBL	BBL	BRD	ECD	FSD	TBL	BBL	BRD	ECD																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
0.63	0.94	0.86	0.18	0.66	0.16	0.13	0.16	0.16	0.68	0.32	0.49	0.59	0.68	0.45	0.97	0.41	0.45	0.83	0.43	0.23	0.39	0.56	0.69	0.53	0.15	0.33	0.66	0.53	0.69	0.94	0.87	0.69	0.52	0.66	0.80	0.74	0.55	0.35	0.54	0.68	0.75	0.48	1.00	0.43	0.48	0.83	0.60	0.20	0.39	0.61	0.78	0.69	0.21	0.51	0.89	0.63	0.61	0.86	0.58	0.14	0.79	0.67	0.53	0.73	0.72	0.77	0.61	0.37	0.57	0.67	0.82	0.48	0.89	0.42	0.54	0.76	0.66	0.24	0.41	0.75	0.86	0.82	0.17	0.50	0.93	0.69	0.70	0.74	0.57	0.14	0.86	0.82	0.57	0.72	0.51	0.75	0.54	0.45	0.55	0.62	0.68	0.47	0.86	0.38	0.66	0.80	0.73	0.27	0.45	0.75	0.88	0.75	0.23	0.59	1.00	0.75	0.74	0.59	0.13	0.81	0.75	0.53	0.80	0.40	0.72	0.54	0.50	0.57	0.62	0.74	0.50	0.96	0.42	0.57	0.87	0.62	0.25	0.42	0.73	0.82	0.75	0.19	0.50	0.90	0.76	0.71	0.81	0.60	0.14	0.90	0.67	0.54	0.78	0.40	0.77	0.55	0.45	0.62	0.70	0.71	0.54	0.78	0.40	0.61	0.88	0.96	0.28	0.44	0.80	0.81	0.69	0.22	0.49	0.95	0.68	0.77	0.74	0.57	0.12	0.84	0.62	0.49	0.68	0.39	0.67	0.58	0.38	0.61	0.64	0.68	0.64	0.71	0.45	0.61	0.83	0.41	0.38	0.44	0.70	0.65	0.61	0.27	0.56	0.83	0.71	0.75	0.78	0.77	0.61	0.75	0.40	0.71	0.45	0.45	0.63	0.63	0.71	0.61	0.87	0.48	0.65	0.89	0.51	0.42	0.48	0.76	0.74	0.59	0.30	0.53	0.93	0.64	0.59	0.86	0.63	0.14	0.79	0.76	0.54	0.83	0.43	0.77	0.37	0.51	0.63	0.63	0.66	0.53	0.95	0.49	0.66	0.86	0.56	0.38	0.49	0.81	0.82	0.59	0.37	0.54	0.83	0.66	0.65	0.95	0.39	0.87	0.73	0.55	0.82	0.55	0.76	0.39	0.51	0.68	0.61	0.65	0.60	0.88	0.54	0.59	0.90	0.41	0.46	0.59	0.76	0.80	0.62	0.29	0.53	0.89	0.78	0.73	0.47	0.52	0.22	0.74	0.73	0.64	0.93	0.81	0.73	0.41	0.52	0.62	0.63	0.74	0.55	0.87	0.58	0.71	0.90	0.47	0.46	0.61	0.89	0.74	0.67	0.27	0.51	0.94	0.73	0.71	0.55	0.59	0.19	1.00	0.71	0.50	0.86	0.82	0.75	0.49	0.46	0.64	0.61	0.72	0.65	0.73	0.58	0.75	0.99	0.48	0.40	0.74	0.95	0.72	0.74	0.48	0.62	0.88	0.73	0.72	0.65	0.67	0.22	0.80	0.73	0.56	0.91	0.77	0.77	0.41	0.50	0.63	0.61	0.72	0.60	0.59	0.53	0.70	0.87	0.50	0.34	0.60	0.97	0.84	0.74	0.32	0.61	0.81	0.72	0.72	0.67	0.67	0.21	0.86	0.72	0.61	0.86	0.82	0.75	0.41	0.55	0.67	0.73	0.74	0.44	0.79	0.56	0.70	0.76	0.50	0.34	0.72	1.00	0.81	0.54	0.58	0.67	0.77	0.63	0.85	0.84	0.69	0.22	0.89	0.85	0.51	0.89	0.75	1.00	0.45	0.57	0.64	0.71	0.76	0.52	0.74	0.94	0.68	0.53	0.69	0.84	0.68	0.69	0.67	0.20	0.88	0.80	0.70	0.82	0.98	0.88	0.43	0.46	0.72	0.72	0.68	0.52	0.77	0.70	0.75	0.83	0.42	0.33	0.71	0.91	0.70	0.59	0.47	0.69	0.78	0.66	0.75	0.70	0.65	0.21	0.85	0.85	0.45	0.74	0.71	0.78	0.53	0.50	0.63	0.60	0.84	0.49	0.74	0.58	0.81	0.76	0.49	0.39	0.73	0.91	0.78	0.63	0.54	0.73	0.66	0.65	0.78	0.51	0.53	0.22	0.79	0.64	0.82	0.77	0.78	0.82	0.60	0.43	0.61	0.63	0.76	0.56	0.67	0.56	0.67	0.56	0.79	0.81	0.42	0.43	0.68	0.89	0.72	0.60	0.47	0.69	0.74	0.61	0.70	0.79	0.67	0.31	0.73	0.75	0.70	0.74	0.88	0.73	0.68	0.53	0.60	0.63	0.80	0.73	0.51	0.60	0.81	0.86	0.53	0.28	0.77	0.91	0.75	0.50	0.44	0.71	0.70	0.72	0.80	0.66	0.67	0.25	0.79	1.00	0.58	0.77	0.78	0.84	0.50	0.48	0.59	0.67	0.81	0.70	0.63	0.55	0.72	0.86	0.49	0.36	0.81	0.95	0.73	0.46	0.43	0.72	0.69	0.69	0.87	0.79	0.68	0.25	0.80	0.70	0.70	0.70	0.55	0.80	0.48	0.39	0.65	0.60	0.63	0.38	0.79	0.62	0.78	0.72	0.53	0.27	1.00	0.81	0.54	0.58	0.67	0.77	0.61	0.92	0.79	0.63	0.79	0.56	0.94	0.56	0.44	0.64	0.64	0.74	0.31	0.68	0.59	0.78	0.60	0.60	0.26	0.84	0.88	0.74	0.47	0.60	0.67	0.61	0.85	0.91	0.73	0.31	0.19	0.81	0.67	0.69	0.83	0.38	0.79	0.59	0.54	0.54	0.60	0.93	0.31	0.70	0.60	0.84	0.69	0.86	0.35	0.79	0.91	1.00	0.50	0.51	0.79	0.72	0.60	0.89	0.95	0.80	0.17	0.76	0.76	0.71	0.87	0.35	0.87	0.59	0.57	0.62	0.73	0.85	0.68	0.51	0.74	0.86	0.78	0.72	0.24	0.76	0.91	0.93	0.40	0.66	0.80	0.76	0.59	0.85	0.89	0.81	1.00	0.83	0.62	0.67	0.82	0.40	0.73	0.58	0.43	0.66	0.70	0.75	0.47	0.59	0.72	0.87	0.66	0.60	0.31	0.77	0.94	0.84	0.45	0.73	0.90	0.66	0.65	0.75	0.72	0.67	0.21	0.77	0.75	0.60	0.81	0.49	0.76	0.56	0.49	0.68	0.68	0.75	0.47	0.63	0.71	0.89	0.70	0.78	0.33	0.76	0.92	0.80	0.42	0.51	0.81	0.51	0.63	0.81	0.80	0.71	0.19	0.74	0.62	0.89	0.87	0.63	0.77	0.58	0.55	0.74	0.70	0.81	0.40	0.64	0.72	0.79	0.71	0.90	0.48	0.72	0.90	0.94	0.48	0.77	0.80	0.63	0.65	0.74	0.89	0.87	0.23	0.90	0.66	0.79	0.85	0.78	0.79	0.93	0.59	0.73	0.68	0.88	0.50	0.69	0.75	0.93	0.68	0.91	0.45	0.75	0.98	0.91	0.61	0.85	0.74	0.62	0.69	0.63	0.68	0.66	0.18	0.72	0.62	0.79	0.84	0.84	0.87	0.75	0.59	0.71	0.66	0.93	0.64	0.77	0.66	0.84	0.90	0.91	0.42	0.84	0.94	0.88	0.41	0.79	0.88	0.66	0.58	1.00	0.90	0.88	0.16	0.84	0.79	0.96	0.87	0.80	0.88	0.74	0.61	0.76	0.69	0.80	0.58	0.79	0.71	0.74	0.85	0.83	0.48	0.87	0.92	0.78	0.75	0.54	1.00	0.65	0.77	0.76	0.81	0.91	0.15	0.77	0.89	0.92	0.92	0.82	0.93	0.75	0.69	0.88	0.65	0.88	0.63	0.78	0.78	0.73	0.82	0.80	0.55	0.80	1.00	0.78	0.67	0.95	0.80	0.55	0.77	0.76	0.92	0.94	0.21	0.83	0.63	0.68	0.87	0.75	0.70	0.83	0.61	0.77	0.66	0.74	0.54	0.79	0.79	1.00	0.80	1.00	0.60	0.82	0.83	0.85	0.86	0.82	0.85	0.57	0.83	0.55	0.62	0.69	0.19	0.67	0.55	0.69	0.77	0.75	0.69	0.95	0.73	0.89	0.62	0.93	0.83	0.90	1.00	0.96	1.00	0.84	0.74	0.91	0.96	0.86	0.69	0.86	0.82	0.53	0.69	0.79	0.74	0.75	0.22	0.87	0.64	0.78	0.85	0.72	0.70	1.00	0.85	0.79	0.69	1.00	0.79	0.76	0.73	0.73	1.00	0.87	0.65	0.88	0.83	0.95	0.89	0.99	0.91	0.55	0.77	0.76	0.88	1.00	0.22	0.72	0.81	0.72	0.83	0.67	0.97	0.96	0.68	0.93	0.72	0.87	0.83	0.70	0.75	0.91	0.99	0.61	0.80	0.76	0.91	0.87	0.80	0.87	0.46	0.89	0.77	0.68	0.70	0.21	0.71	0.69	0.74	0.90	0.74	0.74	0.83	0.77	0.94	0.74	0.96	0.68	0.74	0.90	0.92	0.53	1.00	0.84	0.81	0.66	0.26	0.80	0.90	0.87	0.92	1.00	0.82	0.74	0.77	0.87	0.72	0.76	0.60	0.64	0.76	0.62	0.86	0.87	0.91	0.86	0.82	0.92	0.51	0.79	0.83	0.83	0.89	0.24	0.82	0.96	1.00	0.95	0.82	0.71	0.92	1.00	1.00	0.85	0.72	0.77	0.61	0.79	0.80	0.96	0.76	0.93	1.00	0.73	0.91	0.82	0.89	0.87	0.52	0.80	0.76	1.00	0.98	0.26	0.91	0.83	0.79	0.95	0.92	0.72	0.79	0.76	0.94	1.00	0.77	0.74	0.71	0.78	0.90	0.97	0.76	1.00	0.97	0.67	0.86	1.00	1.00	0.86	0.51	0.97	0.90	0.96	0.93	0.18	0.74	0.89	0.82	1.00	1.00	0.70	0.70	0.92	0.89	0.91	0.73	1.00	0.60	0.60	0.79	0.85	1.00	0.78	0.99	0.98	0.81	0.88	0.94	0.97	0.95	0.53	0.90

45°					90°					135°					45°					90°					135°									
BBL	BRD	ECD	FSD	TBL	BBL	BRD	ECD	FSD	TBL	BBL	BRD	ECD	FSD	TBL	BBL	BRD	ECD	FSD	TBL	BBL	BRD	ECD	FSD	TBL	BBL	BRD	ECD	FSD	TBL	BBL	BRD	ECD	FSD	TBL
0.33	0.04	0.24	0.24	0.47	0.15	0.26	0.08	0.12	0.19	0.10	0.27	0.25	0.31	0.35	0.29	0.34	0.28	0.29	0.46	0.10	0.02	0.15	0.17	0.27	0.28	0.14	0.20	0.35	0.38	0.38				
0.75	0.31	0.47	0.88	0.87	0.64	0.69	0.36	0.34	0.70	0.23	0.48	0.51	0.62	0.74	0.58	0.67	0.44	0.60	0.74	0.28	0.20	0.32	0.39	0.60	0.31	0.17	0.26	0.40	0.46	0.46				
0.94	0.67	0.51	0.68	0.79	0.74	0.60	0.39	0.38	0.69	0.33	0.44	0.47	0.65	0.66	0.50	0.69	0.44	0.62	0.67	0.27	0.21	0.34	0.38	0.55	0.31	0.25	0.29	0.41	0.46	0.46				
0.70	0.68	0.64	0.74	0.84	0.91	0.63	0.45	0.45	0.72	0.27	0.42	0.47	1.00	0.64	0.57	0.71	0.49	0.66	0.69	0.22	0.32	0.38	0.24	0.54	0.35	0.23	0.30	0.38	0.46	0.46				
0.68	0.58	0.70	0.70	0.78	0.85	0.59	0.44	0.50	0.76	0.34	0.48	0.53	0.63	0.73	0.75	0.67	0.54	0.70	0.82	0.24	0.26	0.40	0.28	0.59	0.35	0.25	0.39	0.41	0.49	0.49				
0.73	0.67	0.85	0.87	0.83	0.96	0.68	0.44	0.63	0.76	0.33	0.46	0.55	0.66	0.75	0.49	0.84	0.69	1.00	0.75	0.28	0.28	0.33	0.35	0.56	0.43	0.22	0.39	0.38	0.75	0.75				
0.61	0.63	0.93	0.96	0.76	1.00	0.60	0.46	0.69	0.75	0.35	0.46	0.56	0.69	0.79	0.58	0.59	0.64	0.52	0.75	0.37	0.20	0.38	0.28	0.61	0.36	0.24	0.42	0.37	0.51	0.51				
0.71	0.56	0.82	0.73	0.79	0.95	0.54	0.49	0.79	0.79	0.42	0.48	0.56	0.61	0.67	0.55	0.72	0.55	0.56	0.73	0.28	0.31	0.33	0.25	0.54	0.35	0.27	0.45	0.40	0.71	0.71				
0.73	0.59	0.99	0.80	0.75	0.92	0.53	0.51	0.85	0.74	0.34	0.53	0.55	0.58	0.73	0.32	0.49	0.54	0.57	0.61	0.35	0.36	0.38	0.32	0.67	0.37	0.30	0.50	0.36	0.56	0.56				
0.60	0.41	0.95	0.96	0.77	0.80	0.52	0.55	0.89	0.77	0.33	0.53	0.59	0.55	0.74	0.41	0.60	0.57	0.63	0.66	0.36	0.33	0.34	0.29	0.61	0.50	0.24	0.47	0.35	0.89	0.89				
0.63	0.36	0.84	0.86	0.77	0.76	0.53	0.58	0.89	0.74	0.39	0.59	0.66	0.57	0.82	0.43	0.73	0.55	0.56	0.77	0.38	0.31	0.31	0.29	0.64	0.39	0.23	0.46	0.36	0.60	0.60				
0.66	0.43	0.81	0.86	0.73	0.69	0.54	0.62	0.87	0.76	0.39	0.45	0.58	0.54	0.74	0.55	0.57	0.57	0.50	0.66	0.30	0.43	0.32	0.34	0.59	0.33	0.17	0.57	0.33	0.61	0.61				
0.76	0.39	0.98	0.75	0.76	0.71	0.77	0.69	0.95	0.74	0.38	0.60	0.72	0.76	0.89	0.69	0.63	0.62	0.58	0.74	0.38	0.27	0.32	0.34	0.72	0.31	0.30	0.58	0.37	0.55	0.55				
0.75	0.45	0.85	0.74	0.82	0.82	0.66	0.73	1.00	0.80	0.37	0.50	0.67	0.60	0.76	0.48	0.64	0.55	0.76	0.63	0.30	0.29	0.34	0.35	0.63	0.45	0.22	0.59	0.35	0.79	0.79				
0.64	0.41	0.83	0.93	0.76	0.71	0.61	0.79	0.92	0.75	0.37	0.50	0.66	0.60	0.81	0.49	0.76	0.62	0.50	0.71	0.31	0.27	0.32	0.32	0.35	0.63	0.41	0.25	0.61	0.40	0.76				
0.69	0.49	0.86	0.87	0.79	0.70	0.58	0.76	0.95	0.71	0.33	0.51	0.67	0.60	0.81	0.59	0.63	0.50	0.51	0.68	0.46	0.33	0.37	0.39	0.82	0.41	0.25	0.68	0.34	0.69	0.69				
0.56	0.41	1.00	0.85	0.65	0.69	0.62	0.71	0.83	0.76	0.48	0.59	0.62	0.61	0.93	0.54	0.65	0.43	0.51	0.66	0.47	0.31	0.34	0.32	0.80	0.58	0.23	0.61	0.36	1.00	1.00				
0.59	0.52	0.94	0.74	0.74	0.65	0.52	0.87	0.85	0.65	0.37	0.59	0.64	0.54	0.81	0.84	1.00	0.52	0.60	0.84	0.41	0.35	0.32	0.30	0.69	0.40	0.25	0.59	0.39	0.80	0.80				
0.53	0.40	0.91	0.86	0.74	0.67	0.72	0.79	0.77	0.75	0.54	0.56	0.61	0.57	0.81	0.58	0.80	0.51	0.79	0.81	0.34	0.31	0.35	0.36	0.77	0.43	0.27	0.64	0.36	0.79	0.79				
0.55	0.42	0.84	0.67	0.71	0.75	0.64	0.79	0.75	0.75	0.48	0.58	0.66	0.49	0.87	0.49	0.65	0.49	0.66	0.70	0.33	0.44	0.32	0.30	0.70	0.50	0.27	0.60	0.34	0.84	0.84				
0.59	0.33	0.75	0.76	0.77	0.78	0.74	0.80	0.78	0.79	0.48	0.58	0.68	0.58	0.88	0.66	0.89	0.78	0.80	0.78	0.49	0.42	0.45	0.29	0.92	0.44	0.25	0.69	0.35	0.78	0.78				
0.56	0.35	0.67	0.70	0.80	0.78	0.61	0.92	0.70	0.78	0.50	0.62	0.63	0.54	0.88	0.68	0.89	0.78	0.80	0.49	0.49	0.49	0.38	0.32	0.83	0.41	0.36	0.56	0.34	0.83	0.83				
0.61	0.42	0.70	0.73	0.82	0.77	0.57	0.85	0.62	0.72	0.57	0.57	0.60	0.58	0.81	0.54	0.62	0.52	0.67	0.65	0.39	0.33	0.46	0.37	0.77	0.53	0.25	0.59	0.35	0.99	0.99				
0.66	0.45	0.76	0.74	0.85	0.61	0.67	0.82	0.70	0.74	0.46	0.46	0.67	0.59	0.52	0.84	0.89	0.94	0.49	0.57	0.94	0.58	0.48	0.40	0.31	0.84	0.43	0.31	0.68	0.33	0.78	0.78			
0.65	0.56	0.77	0.77	0.78	0.74	0.77	0.82	0.77	0.83	0.45	0.67	0.63	0.57	0.89	1.00	0.80	0.49	0.56	0.89	0.60	0.39	0.38	0.40	0.90	0.45	0.39	0.63	0.48	0.84	0.84				
0.61	0.53	0.76	0.68	0.78	0.80	0.69	0.71	0.79	0.78	0.54	0.67	0.62	0.50	0.96	0.79	0.69	0.59	0.77	0.73	0.73	0.35	0.44	0.32	0.88	0.49	0.34	0.64	0.39	0.66	0.66				
0.65	0.48	0.88	0.99	0.88	0.73	0.71	0.85	0.88	0.77	0.56	0.90	0.64	0.54	0.90	0.77	0.87	0.56	0.87	0.83	0.67	0.57	0.37	0.37	0.79	0.40	0.44	0.60	0.42	0.68	0.68				
0.59	0.47	0.73	1.00	0.79	0.67	0.66	0.75	0.82	0.79	0.55	0.73	1.00	0.55	0.82	0.79	0.83	0.87	0.78	1.00	0.72	0.53	0.64	0.53	0.83	0.40	0.43	0.69	0.48	0.73	0.73				
1.00	0.56	0.06	0.84	0.89	0.69	0.67	0.80	0.70	0.75	0.53	0.62	0.76	0.48	0.75	0.75	0.86	0.97	0.85	0.75	0.57	0.54	0.48	0.35	0.85	0.43	0.41	0.59	0.47	0.65	0.65				
0.74	0.48	0.09	0.74	0.78	0.80	0.90	0.71	0.74	0.82	0.63	0.69	0.80	0.51	0.85	0.86	0.79	0.71	0.73	0.95	0.68	0.46	0.36	0.33	0.79	0.50	0.33	0.55	0.44	0.75	0.75				
0.69	0.60	0.11	0.68	0.84	0.92	0.65	1.00	0.79	0.73	0.79	0.56	0.78	0.56	0.86	0.69	0.70	0.67	0.66	0.69	0.85	0.79	0.48	0.49	0.98	0.52	0.40	0.67	0.37	0.78	0.78				
0.75	0.50	0.11	0.75	0.75	0.81	0.73	0.81	0.93	0.73	0.55	0.83	0.78	0.61	0.87	0.59	0.72	0.83	0.97	0.66	0.72	0.80	0.69	0.54	0.75	0.64	0.59	0.63	0.46	0.76	0.76				
0.77	0.49	0.11	0.76	0.85	0.76	0.61	0.73	0.83	0.72	0.52	0.74	0.84	0.64	0.77	0.70	0.85	0.69	0.68	0.73	0.69	0.74	0.61	0.50	0.76	0.58	0.51	0.76	0.41	0.66	0.66				
0.81	0.45	0.11	0.75	0.82	0.72	0.77	0.90	0.85	0.80	0.56	0.99	0.81	0.63	0.73	0.77	0.84	0.74	0.71	0.77	0.66	0.63	0.63	0.48	1.00	0.51	0.62	0.78	1.00	0.70	0.70				
0.74	0.58	0.11	0.62	1.00	0.82	0.77	0.81	0.89	0.82	0.56	0.81	0.84	0.61	0.81	0.79	0.71	1.00	0.78	0.84	0.85	0.85	0.78	0.65	0.85	0.59	0.62	0.44	0.53	0.67	0.67				
0.96	0.64	0.11	0.68	0.92	0.80	0.70	0.73	0.93	0.75	0.49	0.92	0.85	0.66	0.77	0.81	0.84	0.90	0.70	0.65	1.00	1.00	0.78	0.87	0.96	0.49	0.56	0.63	0.64	0.63	0.63				
0.72	0.49	0.11	0.55	0.90	0.80	0.80	0.83	0.82	0.85	0.67	0.91	0.79	0.59	1.00	0.75	0.81	0.93	0.82	0.84	0.52	0.89	0.79	1.00	0.76	0.70	0.72	0.87	0.67	0.76	0.76				
0.81	0.46	0.11	0.61	0.92	0.91	0.84	0.78	0.76	0.86	1.00	0.73	0.68	0.58	0.98	0.93	0.92	0.80	0.77	0.89	0.73	0.41	0.82	0.80	0.97	0.75	0.74	1.00	0.89	0.75	0.75				
0.99	0.36	0.11	0.57	0.89	0.84	0.89	0.85	0.63	0.80	0.72	0.77	0.83	0.66	0.92	0.86	0.78	0.79	0.55	0.87	0.82	0.68	1.00	0.76	0.88	0.66	0.69	0.84	0.67	0.55	0.55				
0.76	1.00	0.11	0.69	0.81	0.90	1.00	0.83	0.62	1.00	0.71	1.00	0.87	0.64	0.90	0.98	0.64	0.85	0.75	0.86	0.94	0.98	0.90	0.90	0.54	0.91	1.00	1.00	0.74	0.61	0.80				

Apêndice III

Para o cálculo dos GL, Kirk (1995) sugere as seguintes fórmulas:

Fonte	GL
A	$p - 1$
B	$q - 1$
C	$r - 1$
AB	$(p - 1) (q - 1)$
AC	$(p - 1) (r - 1)$
BC	$(q - 1) (r - 1)$
ABC	$(p - 1) (q - 1) (r - 1)$
Intra	$pqr (N - 1)$

Onde AxBxC seria o modelo experimental a 3 fatores, e p, q, e r os níveis correspondentes de cada fator (3x5x20). N representa o tamanho da amostra (igual a 10 em nosso estudo inicial).

Em nosso caso, temos então:

$$GL_{numer} = (p-1)(q-1)(r-1) = 2 \times 4 \times 19 = 152$$

$$GL_{denom} = Intra = 3 \times 5 \times 20 \times (10-1) = 2700$$

O cálculo do último parâmetro, δ , segue a expressão de Steiger e Foulardi (1977):

$$RMSSE_{efeito} = \sqrt{\delta_{efeito} / n_{efeito} \cdot gl_{efeito}}$$

de onde pode ser retirado

$$\delta_{efeito} = n_{efeito} \cdot gl_{efeito} \cdot RMSSE_{efeito}^2$$

e como:

$$gl_{efeito} = GL_{numer} = 152$$

$$n_{efeito} = N \text{ quando todos os fatores estão envolvidos} = 10$$

$$RMSSE_{médio} = 0,3 \text{ (valor empírico)}$$

Então:

$$\delta_{efeito} = 10 \times 152 \times (0,3)^2 = 136,8$$

e

$$F_{152,2700} = F_{crítico} = 1,202828$$

$$1 - \alpha = \text{Poder do Teste} = 0,9999696$$

Onde α é a taxa do Erro tipo I.