



3.1.1.5	Paciente 5 .....	61
3.2	MATERIAIS E PROCEDIMENTOS.....	61
3.2.1	<b>Procedimentos de Avaliação</b> .....	63
3.2.1.1	Instrumento de Avaliação Funcional .....	63
3.2.1.2	Análise do movimento .....	65
3.2.2	<b>Procedimentos de treinamento</b> .....	72
3.2.2.1	Programa de treinamento no SisTeV .....	72
3.2.2.2	Descrição dos procedimentos .....	75
3.2.3	<b>Análise dos dados</b> .....	76
3.2.3.1	Desempenho no SisTeV .....	76
3.2.3.2	Análise Qualitativa .....	76
3.2.3.3	Análise Estatística .....	77
4	<b>RESULTADOS</b> .....	79
4.1	RESULTADOS PACIENTE 1.....	80
4.2	RESULTADOS PACIENTE 2.....	94
4.3	RESULTADOS PACIENTE 3.....	103
4.4	RESULTADOS PACIENTE 4.....	112
4.5	RESULTADOS PACIENTE 5.....	121
4.6	ANÁLISE ESTATÍSTICA.....	131
4.6.1	<b>Análise no mesmo período</b> .....	132
4.6.2	<b>Análise entre os períodos</b> .....	134
4.7	ANÁLISE QUALITATIVA.....	137
5	<b>DISCUSSÃO</b> .....	141
5.1	ANÁLISE DO COMPORTAMENTO MOTOR .....	141
5.2	ANÁLISE FUNCIONAL DOS AMBIENTES .....	152
5.2.1	<b>Ambiente 1: Guarda Bolas</b> .....	152
5.2.2	<b>Ambiente 2: Labirinto</b> .....	153
5.2.3	<b>Ambiente 3: Pega Bolas Voadoras</b> .....	155
6	<b>CONCLUSÃO E SUGESTÕES DE TRABALHOS FUTUROS</b> ....	156
7	<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	162
8	<b>APÊNDICES</b> .....	173
	APÊNDICE 1 – Termo de Consentimento .....	174
	APÊNDICE 2 – Ficha de coleta de dados .....	178

# SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS.....	8
LISTA DE TABELAS.....	13
LISTA DE ABREVIATURAS.....	15
LISTA DE SÍMBOLOS.....	16
1 <b>INTRODUÇÃO</b> .....	18
2 <b>FUNDAMENTOS TEÓRICOS</b> .....	23
2.1      ACIDENTE VASCULAR ENCEFÁLICO .....	23
2.1.1 <b>Dados epidemiológicos</b> .....	24
2.1.2 <b>Hemiplegia e Hemiparesia</b> .....	24
2.1.2.1   Prejuízos funcionais após o AVE .....	27
2.2      FUNDAMENTOS E TÉCNICAS PARA A REABILITAÇÃO.....	29
2.2.1 <b>Neuroplasticidade</b> .....	30
2.2.1.1   Controle motor .....	33
2.2.1.2   Aprendizado motor .....	35
2.3      REALIDADE VIRTUAL .....	38
2.3.1 <b>Definição</b> .....	38
2.3.2 <b>Classificações</b> .....	39
2.3.3 <b>Características dos sistemas de realidade virtual</b> .....	42
2.3.3.1   Ambiente virtual .....	42
2.3.3.2   Hardware .....	45
2.3.3.2.1 <b>Dispositivos de entrada</b> .....	45
2.3.3.2.2 <b>Dispositivos de saída</b> .....	49
2.3.3.3   Software .....	53
3 <b>METODOLOGIA</b> .....	58
3.1      SUJEITOS DA PESQUISA .....	58
3.1.1 <b>Perfil da Amostra</b> .....	59
3.1.1.1   Paciente 1 .....	60
3.1.1.2   Paciente 2 .....	60
3.1.1.3   Paciente 3 .....	60
3.1.1.4   Paciente 4 .....	61

AIT	Acidente Isquêmico Transitório
ASCII	<i>American Standart Code for Information Interchange</i>
AV	Ambiente Virtual
AVD	Atividade de Vida Diária
AVE	Acidente Vascular Encefálico
BOOM	<i>Binocular Omni Oriented Monitor</i>
CAVE	<i>Cave Automatic Virtual Environment</i>
CRER	Centro de Reabilitação e Readaptação Dr. Henrique Santilo
CSS	<i>Cascading Style Sheets</i>
DOF	<i>Degrees of Freedom</i>
EEEC	Escola de Engenharia Elétrica e de Computação
ESEFFEGO	Escola Superior de Educação Física e Fisioterapia de Goiás
EUA	Estados Unidos da América
HCD	<i>Head Coupled Display</i>
HMD	<i>Head Mounted-Display</i>
HTML	<i>HyperText Markup Language</i>
MIDI	<i>Musical Instrument Digital Interface</i>
MMII	Membros Inferiores
MMSS	Membros Superiores
RV	Realidade Virtual
SisTeV	Sistema de Terapia Virtual para Membros Superiores
SNC	Sistema Nervoso Central
SNP	Sistema Nervoso Periférico
TV	Televisão
UFG	Universidade Federal de Goiás
VREAM	<i>Virtual Dream</i>
VRML	<i>Virtual Reality Modeling Language</i>

## LISTA DE ABREVIATURAS

A	Ângulo
AA	Aceleração angular
AC	Acrômio
AL	Aceleração Linear
AMB	Ambientes
AV	Análise Visual
CE	Coordenadas escalares
CM	Cabeça do segundo metacarpiano
D	Direito
DIST	Desvio da trajetória
EL	Epicôndilo lateral
ER	Processo estilóide do rádio
MAFT	Mão afetada
MAFT(t)	Tempo gasto para realizar a atividade com a mão afetada
MNAT	Mão não afetada
MNAT(t)	Tempo gasto para realizar a atividade com a mão não afetada
PÓS-t	Pós treino
PRE-t	Pré treino
TC	Treino conjunto
TI	Treino individualizado
VA	Velocidade angular
VELOC	Velocidade
VL	Velocidade Linear
MIME	<i>Mirror-image Motion Enabler</i>
T-WREX	<i>Wilmington Robotic Exoskeleton</i>
RUPERT	<i>Robotic Upper Extremity Repetitive Therapy</i>
WMFT	<i>Wolf Motor Function Test</i>
ARAT	<i>Action Reserch Arm Test</i>
2D	Bidimensional
3D	Tridimensional

Tabela 4.18 – Valores máximos, mínimos e variação das coordenadas escalares para o paciente 5, pré e pós-treino .....	125
Tabela 4.19 – Distâncias percorridas pela mão e pelo punho da paciente 5 nos eixos x e y, pré e pós-treino.....	126
Tabela 4.20 – Média das velocidades (m/s), variação das coordenadas escalares (m), distâncias percorridas (m) pela mão, pré e pós-treino, paciente 5.....	131
Tabela 4.26 – Média e desvio padrão do tempo (s) em cada teste e por característica da mão, no mesmo periodo, pré e pós treino ....	133
Tabela 4.27 – Média ( $\pm$ desvio padrão) do tempo (s) em cada teste e por característica da mão, no mesmo periodo, pré e pós treino ....	134
Tabela 4.28 – Média e desvio padrão do tempo(s) através do Teste de Jebsen em cada teste no pré e pós treino.....	135
Tabela 4.29 – Média e desvio padrão do tempo(s) por ambiente e exercicio no pré e pós treino.....	136
Tabela 4.30 – Média e desvio padrão das variáveis do ambiente 2 no pré e pós-treino.....	137

## LISTA DE TABELAS

Tabela 4.1 – Valores máximos e média da velocidade linear do ombro, cotovelo, punho e mão do paciente 1, pré e pós-treino.....	86
Tabela 4.2 – Valores máximos, mínimos, amplitude, media e desvio padrão das coordenadas escalares para o paciente 1, pré e pós-treino	87
Tabela 4.3 – Distâncias percorridas pela mão e pelo punho do paciente 1 nos eixos x e y, pré e pós-treino.....	88
Tabela 4.4 – Média das velocidades (m/s), variação das coordenadas escalares (m), distâncias percorridas (m) pela mão, pré e pós-treino, paciente 1.....	94
Tabela 4.5 – Valores máximos e média da velocidade linear do ombro do paciente 2, pré e pós-treino.....	98
Tabela 4.6 – Valores máximos, mínimos e variação das coordenadas escalares para o paciente 2, pré e pós-treino.....	99
Tabela 4.7 – Distâncias percorridas pela mão e pelo punho do paciente 2 nos eixos x e y, pré e pós-treino.....	99
Tabela 4.8 – Média das velocidades (m/s), variação das coordenadas escalares (m), distâncias percorridas (m) pela mão, pré e pós-treino, paciente 2.....	103
Tabela 4.9 – Valores máximos e media da velocidade linear do ombro do paciente 3, pré e pós-treino .....	108
Tabela 4.10 – Valores máximos, mínimos e variação das coordenadas escalares para o paciente 3, pré e pós-treino.....	110
Tabela 4.11 – Distâncias percorridas pela mão e pelo punho do paciente 3 nos eixos x e y, pré e pós-treino .....	110
Tabela 4.12 – Média das velocidades (m/s), variação das coordenadas escalares (m), distâncias percorridas (m) pela mão, pré e pós-treino, paciente 3.....	114
Tabela 4.13 – Valores máximos e média da velocidade linear do ombro do paciente 4, pré e pós-treino.....	116
Tabela 4.14 – Valores máximos, mínimos e variação das coordenadas escalares para o paciente 4, pré e pós-treino.....	117
Tabela 4.15 –Distâncias percorridas pela mão e pelo punho do paciente 4 nos eixos x e y, pré e pós-treino .....	117
Tabela 4.16 – Média das velocidades (m/s), variação das coordenadas escalares (m), distâncias percorridas (m) pela mão, pré e pós-treino, paciente 4.....	121
Tabela 4.17 – Valores máximos e média da velocidade linear do ombro da paciente 5, pré e pós-treino.....	125

Figura 4.61 – Gráfico das trajetórias do cotovelo no Plano Transversal no Pré e Pós-treino, Paciente 5.....	129
Figura 4.62 – Gráfico das trajetórias do punho no Plano Transversal no Pré e Pós-treino, Paciente 5.....	130
Figura 4.63 – Gráfico das trajetórias da mão no Plano Transversal no Pré e Pós-treino, Paciente 5.....	130

Figura 4.41 – Gráfico do desempenho do paciente 4 nas variáveis avaliadas no ambiente 2.....	113
Figura 4.42 – Gráfico do desempenho do paciente 4 para a mão afetada no Teste de Jebsen nos períodos pré e pós treino.....	114
Figura 4.43 – Gráfico da relação do desempenho entre a mão afetada e a não afetada no teste de Jebsen, paciente 4 .....	114
Figura 4.44 – Gráfico da diferença do desempenho no teste de Jebsen da MNAT em relação a MAFT, paciente 4 .....	115
Figura 4.45 – Gráfico da VL versus tempo do Cotovelo na direção do Eixo z – Paciente 4, pré e pós treino .....	116
Figura 4.46 – Gráfico das trajetórias do ombro no Plano Frontal no Pré e Pós-treino, Paciente 4.....	118
Figura 4.47 – Gráfico das trajetórias do ombro no Plano Transversal no Pré e Pós-treino, Paciente 4.....	118
Figura 4.48 – Gráfico das trajetórias do cotovelo no Plano Transversal no Pré e Pós-treino, Paciente 4.....	119
Figura 4.49 – Gráfico das trajetórias do cotovelo no Plano Frontal no Pré e Pós-treino, Paciente 4.....	119
Figura 4.50 – Gráfico das trajetórias da mão no Plano Transversal no Pré e Pós-treino, Paciente 4.....	120
Figura 4.51 – Gráfico do tempo de execução das tarefas do SisTeV para o paciente 5.....	122
Figura 4.52 – Gráfico do desempenho do paciente 5 nas variáveis avaliadas no ambiente 2 .....	122
Figura 4.53 – Gráfico do desempenho do paciente 5 para a mão afetada no Teste de Jebsen nos períodos pré e pós treino .....	123
Figura 4.54 – Gráfico da relação do desempenho entre a mão afetada e a não afetada no teste de Jebsen, paciente 5 .....	123
Figura 4.55 – Gráfico da diferença entre o desempenho no teste de Jebsen da MNAT em relação a MAFT, paciente 5 .....	124
Figura 4.56 – Gráfico das trajetórias do ombro no Plano Frontal no Pré e Pós-treino, Paciente 5.....	127
Figura 4.57 – Gráfico das trajetórias do ombro no Plano Sagital no Pré e Pós-treino, Paciente 5.....	127
Figura 4.58 – Gráfico das trajetórias do ombro no Plano Transversal no Pré e Pós-treino, Paciente 5.....	128
Figura 4.59 – Gráfico das trajetórias do cotovelo no Plano Sagital no Pré e Pós-treino, Paciente 5.....	128
Figura 4.60 – Gráfico das trajetórias do cotovelo no Plano Frontal no Pré e Pós-treino, Paciente 5.....	129

Figura 4.21 – Gráfico da VL versus tempo do Ombro na direção do Eixo x – Paciente 2, pré e pós treino .....	98
Figura 4.22 – Gráfico da VL versus tempo do Cotovelo na direção do Eixo y – Paciente 2, pré e pós treino .....	98
Figura 4.23 – Gráfico das trajetórias do ombro no Plano Transversal no Pré e Pós-treino, Paciente 2.....	100
Figura 4.24 – Gráfico das trajetórias do ombro no Plano Frontal no Pré e Pós-treino, Paciente 2.....	100
Figura 4.25 – Gráfico das trajetórias do cotovelo no Plano Sagital no Pré e Pós-treino, Paciente 2.....	101
Figura 4.26 – Gráfico das trajetórias do cotovelo no Plano Transversal no Pré e Pós-treino, Paciente 2.....	101
Figura 4.27 – Gráfico das trajetórias da mão no Plano Transversal no Pré e Pós-treino, Paciente 2.....	102
Figura 4.28 – Gráfico do tempo de execução das tarefas do SisTeV para o paciente 3.....	104
Figura 4.29 – Gráfico do desempenho do paciente 3 nas variáveis avaliadas no ambiente 2 .....	104
Figura 4.30 – Gráfico do desempenho do paciente 3 para a mão afetada no Teste de Jebsen nos períodos pré e pós treino .....	105
Figura 4.31 – Gráfico da relação do desempenho entre a mão afetada e a não afetada no teste de Jebsen, paciente 3 .....	105
Figura 4.32 – Gráfico da diferença do desempenho no teste de Jebsen da MNAT em relação a MAFT, paciente 3 .....	105
Figura 4.33 – Gráfico da VL versus tempo do Ombro na direção do Eixo z – Paciente 3, pré e pós treino .....	106
Figura 4.34 – Gráfico da VL versus tempo da Mão na direção do Eixo x – Paciente 3, pré e pós treino .....	107
Figura 4.35 – Gráfico das trajetórias do ombro no Plano Sagital no Pré e Pós-treino, Paciente 3.....	109
Figura 4.36 – Gráfico das trajetórias do ombro no Plano Transversal no Pré e Pós-treino, Paciente 3.....	109
Figura 4.37 – Gráfico das trajetórias do cotovelo no Plano Sagital no Pré e Pós-treino, Paciente 3.....	110
Figura 4.38 – Gráfico das trajetórias do punho no Plano Transversal no Pré e Pós-treino, Paciente 3.....	110
Figura 4.39 – Gráfico das trajetórias da mão no Plano Transversal no Pré e Pós-treino, Paciente 3.....	111
Figura 4.40 – Gráfico do tempo de execução das tarefas do SisTeV para o paciente 4.....	113

Figura 4.1 – Gráfico do tempo de execução das tarefas do SisTeV para o paciente 1.....	81
Figura 4.2 – Gráfico do desempenho do paciente 1 nas variáveis avaliadas no ambiente 2 .....	81
Figura 4.3 – Gráfico do desempenho do paciente 1 para a mão afetada no Teste de Jebsen pré e pós treino .....	82
Figura 4.4 – Gráfico da relação do desempenho entre a mão afetada e a não afetada no teste de Jebsen, Paciente 1.....	83
Figura 4.5 – Gráfico da diferença do desempenho no teste de Jebsen da MNAT em relação a MAFT, Paciente 1 .....	84
Figura 4.6 – Figura demonstrando a relação entre os planos sagital, frontal e transversal com os eixos do plano cartesiano .....	84
Figura 4.7 – Gráfico VL do Punho versus tempo na direção do Eixo x – Paciente 1, pré e pós treino.....	86
Figura 4.8 – Gráfico das trajetórias do ombro no Plano Transversal no Pré e Pós-treino, Paciente 1.....	89
Figura 4.9 – Gráfico das trajetórias do ombro no Plano Sagital no Pré e Pós-treino, Paciente 1.....	89
Figura 4.10 – Gráfico das trajetórias do ombro no Plano Frontal no Pré e Pós-treino, Paciente 1.....	90
Figura 4.11 – Gráfico das trajetórias do cotovelo no Plano Frontal no Pré e Pós-treino, Paciente 1.....	90
Figura 4.12 – Gráfico das trajetórias do cotovelo no Plano Transversal no Pré e Pós-treino, Paciente 1.....	91
Figura 4.13 – Gráfico das trajetórias do cotovelo no Plano Sagital no Pré e Pós-treino, Paciente 1.....	91
Figura 4.14 – Gráfico das trajetórias do punho no Plano Transversal no Pré e Pós-treino, Paciente 1.....	92
Figura 4.15 – Gráfico das trajetórias da mão no Plano Transversal no Pré e Pós-treino, Paciente 1.....	92
Figura 4.16 – Gráfico do tempo de execução das tarefas do SisTeV para o paciente 2.....	95
Figura 4.17 – Gráfico do desempenho do paciente 2 nas variáveis avaliadas no ambiente 2 .....	95
Figura 4.18 – Gráfico do desempenho do paciente 2 para a mão afetada no Teste de Jebsen nos períodos pré e pós treino .....	98
Figura 4.19 – Gráfico da relação do desempenho entre a mão afetada e a não afetada no teste de Jebsen, paciente 2 .....	96
Figura 4.20 – Gráfico da diferença do desempenho no teste de Jebsen da MNAT em relação a MAFT, paciente 2 .....	97

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1.1 – Homúnculo Sensitivo e Motor .....	19
Figura 2.1 – Estrutura hipotética da memória humana apresentando as relações entre os diferentes tipos de memória .....	36
Figura 2.2 – <i>Zeltzer's Cube</i> .....	39
Figura 2.3 – Esquema básico de um sistema de RV.....	44
Figura 2.4 – Seis graus de liberdade permitidos na interação em ambientes virtuais.....	46
Figura 2.5 – <i>SpaceBall</i> – dispositivo de interação de 6DOF .....	47
Figura 2.6 – Componentes de um dispositivo de rastreamento magnético ...	48
Figura 2.7 – Modelo de HMD.....	50
Figura 2.8 – Estrutura de um HCD mostrando o braço mecânico e a facilidade de visualização do ambiente virtual e dos elementos do mundo real .....	51
Figura 2.9 – Dispositivo háptico acoplado à mão do usuário .....	52
Figura 2.10 – Sistema FIT do Console Nintendo Wii .....	53
Figura 2.11 – Browser e plug-in.....	55
Figura 2.12 – Exemplo de código em VRML utilizado para a criação de um cubo vermelho.....	56
Figura 3.1 – Paciente realizando o subteste 1 do Teste de Jebsen .....	64
Figura 3.2 – Desenho esquemático apresentando a disposição dos marcadores reflexivos fixados ao membro superior parético do paciente.....	66
Figura 3.3 – Paciente sendo preparado para avaliação no laboratório de movimento.....	67
Figura 3.4 – Sistema de coordenadas dos pontos utilizados com referência para análise de movimentos dos membros superiores dos pacientes .....	68
Figura 3.5 – (a) Disposição das câmeras. (b) Orientação do Laboratório de Movimento.....	70
Figura 3.6 – Ponto de referência de orientação do Laboratório de Movimento.....	70
Figura 3.7 – Figura esquemática mostrando a adaptação feita no dispositivo de interação (mouse) do SisTeV.....	73
Figura 3.8 – Ambiente virtual do SisTeV.....	74

## ABSTRACT

BARBOSA, D.M. (2008). *Using a not immersed Virtual Reality System as a tool for the Hemiparetic Upper Limbs Rehabilitation*. Dissertation (Master). School of Electrical and Computer Engineering, University of Goiás, Goiânia, (2008).

Strokes represent currently, the main cause of neurological disability and is considered one of the diseases with the highest rate of mortality and morbidity of the modern world. Among the damages caused by this disease, stands out the hemiplegia, the movement disorder that limits the use of the plegic hemibody in functional activities. The current strategies used for rehabilitation of hemiplegic individuals are based on concepts of neuroplasticity and motor learning, and are supposed to influence the brain's ability to react to organized stimuli with changes in its structure and function. Among the methods of treatment used for the hemiplegia rehabilitation, Virtual Reality (VR) is outstanding as a tool to support the treatment, because the VR systems allow the patient to try intensive and systematic practice of movements in an interactive, motivating, challenging and playful environment and, besides, allow the therapist, the suitability of difficulty degree of the tasks and objective evaluation of earnings. In this context, this work aimed to identify if a rehabilitation program using an immersive Virtual Reality system, nominated SisTev (Virtual Therapy for Upper Limbs System), would change the characteristics of the movement made by the upper limb of hemiparetic individuals due to stroke. The aim was also to identify whether the gains in motor performance, result of training, would be widespread for situations of daily life of these individuals. Alternatives to suggest possible changes in the architecture of the SisTev environments were also studied. To the end that, we selected, as research subjects, five hemiparetics individuals (non-probability sampling of the intentional type), patients of the Rehabilitation and Readaptation Center Dr. Henrique Santillo (CRER - Centro de Reabilitação e Readaptação Dr. Henrique Santillo), who were in chronic phase of stroke evolution. They participated of 12 training sessions of 45 minutes using the SisTev in a period of 12 consecutive days, except on Sundays. They were previously evaluated by using the Jebsen Hand Function Test, with the movement analysis by kinematics during the execution of one of the SisTev's exercises, by parameters of the System and by interviews. In the results obtained, there wasn't a uniformity of results with the Jebsen test. A better performance in conducting the exercises made on the program's environments was observed. Changes in kinematic variables, identified by the movement analysis, suggested that there was improvement in motor control after the training, but the restricted sampling does not allow extrapolations. The responses collected from interviews suggest the possibility of generalization of earnings. Suggestions for changes in the SisTev's environments architecture were also described.

**Key words:** Stroke; Rehabilitation; Virtual Reality; Motor Learning.

## RESUMO

BARBOSA, D.M. (2008). *Utilização de um Sistema de Realidade Virtual Não Imersiva Como Ferramenta Para a Reabilitação de Membros Superiores de Indivíduos Hemiparéticos*. Dissertação (Mestrado). Escola de Engenharia Elétrica e de Computação, Universidade Federal de Goiás, Goiânia, (2008).

Os Acidentes Vasculares Encefálicos (AVE) representam, atualmente, a principal causa de incapacidades neurológicas e uma das doenças com maior índice de mortalidade e morbidade do mundo moderno. Entre os prejuízos que esta patologia provoca, se destaca a hemiplegia, distúrbio do movimento que limita ou impede a utilização do hemicorpo plégico em atividades funcionais. As estratégias utilizadas atualmente para a reabilitação de indivíduos hemiplégicos baseiam-se nos conceitos de neuroplasticidade e aprendizado motor, e têm por objetivo influenciar a capacidade do cérebro de reagir a estímulos organizados com alterações de sua estrutura e função. Dentre os métodos de tratamento utilizados na reabilitação da hemiplegia, a Realidade Virtual (RV) vem se destacando como ferramenta de apoio ao tratamento, já que os Sistemas de RV permitem, ao paciente, experimentar a prática intensiva e sistematizada de movimentos em um ambiente interativo, motivante, desafiador e lúdico, além de possibilitarem ao terapeuta, a adequação do grau de dificuldade das tarefas e a avaliação objetiva dos ganhos obtidos. Neste contexto, este trabalho tem como objetivo identificar se um programa de reabilitação utilizando o sistema de Realidade Virtual não imersiva denominado SisTeV (Sistema de Terapia Virtual para Membros Superiores) provocaria variações nas características do movimento realizado pelo membro superior de indivíduos hemiparéticos em decorrência do AVE. Buscou-se identificar também se os ganhos de desempenho motor, advindos do treinamento, seriam generalizados para situações do cotidiano destes indivíduos. Estudaram-se também alternativas para sugerir possíveis mudanças na arquitetura dos ambientes do SisTeV. Para tanto, foram selecionados como sujeitos da pesquisa, cinco indivíduos hemiparéticos (amostragem não probabilística do tipo intencional), pacientes do Centro de Reabilitação e Readaptação Dr. Henrique Santillo (CRER), que se encontravam em fase crônica de evolução do AVE. Os mesmos participaram de 12 sessões de 45 minutos de treinamento com o SisTeV, em um período de 12 dias consecutivos, com folgas aos domingos. Estes pacientes foram previamente avaliados com o Teste da Função Manual de Jebsen, com a análise de movimentos por cinematria, durante a execução de um dos exercícios do SisTeV, por parâmetros do próprio sistema e por meio de entrevista. Nos resultados obtidos não houve uma uniformidade dos tempos encontrados com o Teste de Jebsen. Um melhor desempenho na realização dos exercícios feitos nos ambientes do SisTeV foi observado. Alterações das variáveis cinemáticas, identificadas na análise de movimento, sugerem que ocorreu melhora do controle motor após o treinamento, mas a amostragem reduzida não permite extrapolações. As respostas colhidas com as entrevistas sinalizam para a possibilidade de generalização dos ganhos. Sugestões de modificações na arquitetura dos ambientes do SisTeV também foram descritas.

**Palavras Chaves:** AVE; Reabilitação; Realidade Virtual; Aprendizado Motor.

À Dra. Divaina Alves Batista e à Dra. Sônia Helena de Paiva Adorno, gestoras do CRER, pelo crédito e apoio incondicional ofertados durante o Mestrado.

Aos amigos Dra. Flávia Martins Gervásio e Dr. Darlan Ribeiro Cunha, Fisioterapeutas do Laboratório de Movimento da ESEFFEGO, por terem doado seu tempo e seu enorme conhecimento, sem os quais este trabalho não teria sido realizado.

Ao Prof. Dr. Marcus Fraga Vieira, por ter possibilitado a ampliação dos horizontes deste trabalho e por ter me acolhido no LABIOMECC da FEF-UFG.

Aos colegas do Grupo de Estudo em Reabilitação, em especial ao amigo Wilson Nogueira da Mota, pelo suporte e pelos conhecimentos compartilhados.

À Terapeuta Ocupacional Ludmila Cândida Xavier, pelo apoio fundamental durante a realização das coletas.

Aos colegas Viviane Margarida Gomes, Victor Queiroz e Kleber Pullig, pelo companheirismo e pela grande ajuda.

Aos Colegas Fernando Gonçalves Abadia e Fábio Barbosa Rodrigues pelo apoio durante minha permanência no LABIOMECC da FEF – UFG.

À minha família em Goiânia, fonte onde renovo minha energia e pratico minhas tradições e à minha família Mineira, que tem compartilhado comigo a saudade, compreendido a necessidade da distância e o preço a ser pago para realização dos sonhos.

Aos professores do Programa de Mestrado da EEECC-UFG pelos valiosos ensinamentos e por terem sido respeitosos com as diferenças de formação.

Ao amigo João, da Secretaria do Mestrado da EEECC, pelas palavras de tranquilidade durante as atribuições.

## **AGRADECIMENTOS**

A Deus, grande Pai misericordioso, fonte inesgotável de inspiração.

À minha esposa, Dra. Marina Nery Machado Barbosa, companheira inseparável, pela dedicação, entrega, carinho e amor incondicional durante todo o processo de elaboração desta pesquisa.

Aos pacientes que se prontificaram a colaborar com a realização deste trabalho, por terem aberto suas casas e pela confiança depositada em mim.

À Dra. Geórgia Martins Freitas, anjo da guarda que me protege e apóia desde a época da graduação, pelo valioso auxílio durante as disciplinas do Mestrado.

Ao meu orientador, Prof. Dr. Euler Bueno dos Santos, sem o qual esse trabalho não teria sido concretizado, pela paciência e compreensão nos momentos difíceis.

Ao meu co-orientador, Prof. Marco Antônio Assfalk de Oliveira, Phd, por ter oportunizado esta conquista e pelas palavras sábias e esclarecedoras.

Ao grande Mestre Edinaldo Augusto, sua esposa e seus filhos, por compartilhar, em um exercício de verdadeiro altruísmo, todo seu saber sobre as engenharias e sobre as coisas da vida.

Ao Doutor João Alírio Teixeira Junior e à Doutora Carlene Borges Soares pela confiança irrestrita ao assinarem as cartas de recomendação.

Aos colegas Terapeutas Ocupacionais do CRER, Dr. Jefferson Silva Dias e Dra. Suely Toshie Ynoue, peças fundamentais na realização desta pesquisa e aos colegas da Clínica de Internação do CRER, em especial à Dra. Camila Balbuena Garcia de Almeida, pelo suporte durante as idas à EEEEC, pelas manhãs.

Ao Senhor Dalgoberto Francisco Barbosa  
e à Senhora Heloisa Miranda Barbosa.

**Dagoberto Miranda Barbosa**

**UTILIZAÇÃO DE UM SISTEMA DE REALIDADE VIRTUAL  
NÃO IMERSIVA COMO FERRAMENTA PARA A  
REABILITAÇÃO DE MEMBROS SUPERIORES DE  
INDIVÍDUOS HEMIPARÉTICOS**

Dissertação submetida à Universidade Federal de Goiás, como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre em Engenharia Elétrica e de Computação.

Área de Concentração: Engenharia de Computação.

Orientador: Prof. Dr. Euler Bueno dos Santos

Co-Orientador: Prof. Marco Antônio Assfalk de Oliveira, Phd

Goiânia  
2008

Universidade Federal de Goiás  
Escola de Engenharia Elétrica e de Computação

**Dagoberto Miranda Barbosa**

**UTILIZAÇÃO DE UM SISTEMA DE REALIDADE VIRTUAL  
NÃO IMERSIVA COMO FERRAMENTA PARA A  
REABILITAÇÃO DE MEMBROS SUPERIORES DE  
INDIVÍDUOS HEMIPARÉTICOS**

Goiânia  
2008