312
73

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
FACULDADE DE SAÚDE PÚBLICA
SERVIÇO DE APRIMORAMENTO
Av. Dr. Arnaldo, 715 - CEP 01246-904 – São Paulo - Brasil
Telefones: (55-11) 3066 7734 – fone/fax (55-11) 3064 7314

ATA DA SESSÃO PÚBLICA DE ARGÜIÇÃO E DEFESA DA TESE APRESENTADA PELO CANDIDATO AO TÍTULO DE "DOUTOR EM SAÚDE PÚBLICA" - ÁREA DE CONCENTRAÇÃO EPIDEMIOLOGIA – **ANTONIO JOSÉ LEAL COSTA**. .....

Aos vinte e dois dias do mês de agosto de 2001, às 14 horas, realizou-se na Sala Prof. Diógenes Augusto Certain da Faculdade de Saúde Pública da Universidade de São Paulo, a sessão pública para argüição e defesa da tese intitulada **"MENSURAÇÃO DO GRAU DE INCAPACITAÇÃO FUNCIONAL ATRAVÉS DE UM MODELO BASEADO NA LÓGICA FUZZY"**, apresentada por Antonio José Leal Costa, candidato ao título de **"Doutor em Saúde Pública"** - área de concentração Epidemiologia. A Comissão Julgadora foi constituída pelos membros Professor Cláudio José Struchiner – Pesquisador Titular da FIOCRUZ/RJ, Professor Flávio Fonseca Nobre – Programa de Engenharia Biomédica/COPPE/UFRJ, Professor Marcelo Nascimento Burattini – Departamento de Patologia/Disciplina de Informática Médica da FM/USP, Professor Ruy Laurenti – Departametno de Epidemiologia da FSP/USP e Professor Eduardo Massad – Departamento de Informática Médica da FM/USP (Orientador e Presidente da Comissão). A Comissão Julgadora passou à argüição pública do candidato. Encerrados os trabalhos de argüição, os examinadores deram o parecer final:

Professor Doutor Cláudio José Struchiner
Aprovado(a) ☒ Reprovado ☐ _____

Professor Doutor Flávio Fonseca Nobre
Aprovado(a) ☒ Reprovado ☐ _____

Professor Associado Marcelo Nascimento Burattini
Aprovado(a) ☒ Reprovado ☐ _____

Professor Titular Ruy Laurenti
Aprovado(a) ☒ Reprovado ☐ _____

Professor Titular Eduardo Massad
Aprovado(a) ☒ Reprovado ☐ _____

Presidente da Comissão Examinadora
- orientador -

Em 23.08.2001

Homologada pela CPG, nesta data.

Arnaldo Augusto Franco de Siqueira
Professor Titular
Presidente da CPG

MENSURAÇÃO DO GRAU DE INCAPACITAÇÃO FUNCIONAL ATRAVÉS DE UM MODELO BASEADO NA LÓGICA FUZZY

ANTONIO JOSÉ LEAL COSTA

Tese de Doutorado apresentada
ao Departamento de
Epidemiologia da Faculdade de
Saúde Pública da Universidade
de São Paulo para obtenção do
Grau de Doutor

Área de concentração:
Epidemiologia

ORIENTADOR: PROF. TITULAR
EDUARDO MASSAD

São Paulo

2001

FACULDADE de SAÚDE PÚBLICA
Biblioteca/CIR
UNIVERSIDADE de SÃO PAULO

A Tita, Clara, Lucas e Maria

A meu pai, Antonio Francisco Leal Costa (*in memoriam*),

e a minha mãe, Vera de Macedo Soares Leal Costa

AGRADECIMENTOS

Os meus sinceros agradecimentos ao Prof. Dr. EDUARDO MASSAD, pela orientação, pelo incentivo e pela oportunidade de desenvolver este trabalho

A NELI REGINA SIQUEIRA ORTEGA, pelas disponibilidade e paciência, e pelos apoio e incentivo na elaboração e no desenvolvimento deste trabalho, sempre com otimismo e boa vontade

Aos amigos Prof. RONIR RAGGIO LUIZ e Profª. PAULINE LORENA KALE, pelo incentivo e pela disponibilidade, e também pelas boas risadas, que muito colaboraram para contornar momentos de incerteza e tensão

Ao Prof. LUIZ FERNANDO NASCIMENTO, pelos apoio e companheirismo ao longo destes anos, e pelo bom humor que, em muitas ocasiões, ajudaram a transformar o cansaço em otimismo

Aos primos SÉRGIO LEAL COSTA FILHO, MARIA CLARA DINIZ, MARCELA e LAURA, pelo carinho e pela acolhida ao longo destes anos, e pelos inúmeros bons momentos em São Paulo, que atenuaram a saudade e a distância da minha casa e da minha família

Ao amigo e primo MARCOS MOREIRA, pela disponibilidade e pelo interesse sinceros

Ao Prof. Dr. ABELARDO DE QUEIROZ-CAMPOS ARAÚJO, pelos seus interesse e apoio, que muito contribuíram para a conclusão deste trabalho

Às Drªs ANA CLÁUDIA LEITE, CRISTIANE AFONSO, ANA FRANZOI, DENISE RODRIGUES XEREZ, SANDRA MARIA DA MOTTA QUINTANILHA MARTINS e ANA LUÍZA MARQUES BAPTISTA, pela disponibilidade, pela paciência e pela participação, que tornaram possível este trabalho

Ao Prof. Dr. RUY LAURENTI, a Profª. Drª. CÁSSIA MARIA BUCHALLA e ao Prof. Dr. AUGUSTO HASIAK SANTO, pelos seus interesse e apoio manifestados em mais de um ocasião, que muito me estimularam ao longo do desenvolvimento deste trabalho

A NAMIR GONÇALVES LOPES, pelas dedicação, eficiência e presteza demonstradas desde o início deste trabalho

A VILMA APARECIDA DUARTE SANCHEZ por toda atenção e toda presteza demonstradas ao longo destes anos

Ao Prof. Dr. MAURICE VINCENT, pelo apoio no desenvolvimento deste trabalho

Aos amigos MARCOS SAMPAIO MEIRELES e CARLOS AUGUSTO FERREIRA DE ANDRADE, pelo apoio e pela colaboração na elaboração deste trabalho

Aos funcionários do SERVIÇO DE APRIMORAMENTO e da SEÇÃO DE PÓS GRADUAÇÃO DA FACULDADE DE SAÚDE PÚBLICA DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO, pelas atenção, presteza e eficiência frente às inúmeras solicitações, ao longo destes quatro anos

Aos funcionários da BIBLIOTECA/CENTRO DE INFORMAÇÃO E REFERÊNCIA EM SAÚDE PÚBLICA DA FACULDADE DE SAÚDE PÚBLICA DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO, pelas eficiência e dedicação na organização e na manutenção de toda a estrutura da biblioteca, fundamentais para o desenvolvimento deste trabalho

Ao Prof. Dr. CLÁUDIO JOSÉ STRUCHINER e à Profª. Dra. NILZA, pelos valiosos comentários e sugestões relativos ao projeto do qual originou-se este trabalho

Ao NÚCLEO DE ESTUDOS DE SAÚDE COLETIVA e ao DEPARTAMENTO DE MEDICINA PREVENTIVA da FACULDADE DE MEDICINA da

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO, pelo apoio e pela compreensão de todos os colegas

À CAPES (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior), pela bolsa de estudos à mim concedida.

RESUMO

Costa AJL. **Mensuração do grau de incapacitação funcional através de um modelo baseado na lógica *fuzzy*.** São Paulo (BR); 2001. [Tese de Doutorado - Faculdade de Saúde Pública da Universidade de São Paulo].

Objetivo. Este estudo diz respeito à mensuração da incapacidade funcional, e ao uso da mesma para cálculo de indicadores de saúde e de qualidade de vida . O seu objetivo foi estimar o grau de incapacitação associado a diferentes níveis funcionais, através de um modelo baseado na lógica *fuzzy*. **Métodos.** Desenvolveu-se um modelo lingüístico *fuzzy*, baseado na opinião de especialistas. As variáveis de entrada do modelo foram, respectivamente, a mobilidade, a atividade física e a atividade social. Ao todo, foram definidas 100 regras *fuzzy*, para relacionar as variáveis de entrada, a partir das quais determinou-se o grau de incapacidade funcional. Para cada nível funcional, o modelo gera uma estimativa do grau de incapacitação, *d*, no intervalo entre 0 e 10, valores estes representantes da morte e do melhor estado de saúde imaginável, respectivamente. **Resultados.** Ao todo, foram avaliados 100 diferentes níveis funcionais. A título de exemplo, para o nível funcional caracterizado por um adulto que trabalha, mas apresenta restrições para desenvolver outras atividades sociais, necessita auxílio para usar transporte público ou dirigir, e anda com limitações, a estimativa de *d* correspondeu a 5,8, segundo um dos especialistas. Isto significa que um ano nesta condição eqüivale a 0,58 anos de vida com saúde, sem qualquer tipo de limitação funcional. **Conclusões.** O modelo *fuzzy* foi considerado uma alternativa consistente para a mensuração do grau de incapacitação. Este modelo emula o raciocínio humano, e provê uma estrutura adequada para lidar com

incertezas e imprecisões, características inerentes ao processo de mensuração da incapacitação funcional.

Descritores. Medidas de Incapacitação. Lógica *fuzzy*. Indicadores de Saúde e de Qualidade de Vida.

SUMMARY

Costa AJL. **Mensuração do grau de incapacitação funcional através de um modelo baseado na lógica *fuzzy*** [Measurement of the degree of functional disability through a fuzzy model]. São Paulo (BR); 2001. [Tese de Doutorado - Faculdade de Saúde Pública da Universidade de São Paulo].

Objective. This study is concerned with the measurement of disability, and with its use in the calculation of health and quality of life indicators. The aim was to estimate the degree of disability associated with varying functional levels, through a model based on fuzzy logic. **Methods.** A fuzzy linguistic model was developed, based on experts opinion. Three fuzzy input variables were considered, according to social activity, mobility and physical activity. A set with 100 fuzzy rules was derived and considered as consequent for each rule the functional disability. Functional levels were evaluated separately for each input variables on a fuzzy rating scale. The model provides a numerical estimate, *d*, of an individual's functional disability state, ranging from 0 to 10, which represent death and optimal function, respectively, obtained through defuzzification. **Results.** A total of 100 multidimensional functional levels were evaluated. As an example, for a functional level characterised by an individual who works, but performs restrictively other social activities, needs help to use public transport and walks with physical limitations, *d* was estimated as 5,8, according to one of the experts. This means that one year in such a state is equivalent to 0.58 years of well life, in the absence of any kind of functional disability. **Conclusions.** The fuzzy model was considered a consistent alternative for the estimation of the degree of disability. It emulates human thinking, and provides

an adequate framework to deal with uncertainty and imprecision, which are inherent in the measurement of functional disability.

Descriptors. Measures of Disability. Fuzzy Logic. Health and Quality of Life Indicators.

Lista de Tabelas

Tabelas	Página
Tabela 1 - Dimensões e categorias funcionais incluídas no modelo da escala de qualidade do bem-estar (*Quality of Well-being Scale*)	14
Tabela 2 - Graus de pertinência dos indivíduos a, b e c aos subconjuntos *fuzzy* descritores da estatura	32
Tabela 3 - Categorias correspondentes do modelo original da escala de qualidade do bem-estar (PATRICK et. al., 1973) e do modelo *fuzzy*	40
Tabela 4 - Pesos utilizados na análise da concordância através da estatística kappa	48
Tabela 5 - Funções de pertinência aos conjuntos *fuzzy* definidores da mobilidade, segundo especialistas	55
Tabela 6 - Funções de pertinência aos conjuntos *fuzzy* definidores da atividade física, segundo especialistas	56
Tabela 7 - Funções de pertinência aos conjuntos *fuzzy* definidores da atividade social, segundo especialistas	57
Tabela 8 - Funções de pertinência aos conjuntos *fuzzy* definidores do grau de incapacitação, segundo especialistas	58
Tabela 9 - Funções de pertinência aos conjuntos *fuzzy* definidores da mobilidade, atividade física, atividade social e do grau de incapacitação, modelo agregado (valores médios)	63
Tabela 10 - Regras fuzzy, com as partes conseqüentes definidas, segundo os especialistas A, B e C, e no modelo agregado	67

Biblioteca/CIR
FACULDADE DE SAÚDE PÚBLICA
UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

Tabelas **Página**

Tabela 11 - Conjuntos *fuzzy* definidores do grau de incapacitação 77

Tabela 12 - Valores atribuídos pelo especialista A aos níveis funcionais, na escala de avaliação *fuzzy*, e seus respectivos graus de pertinência aos conjuntos *fuzzy* definidores do grau de incapacitação 78

Tabela 13 - Valores atribuídos pelo especialista B aos níveis funcionais, na escala de avaliação *fuzzy*, e seus respectivos graus de pertinência aos conjuntos *fuzzy* definidores do grau de incapacitação 78

Tabela 14 - Valores atribuídos pelo especialista C aos níveis funcionais, na escala de avaliação *fuzzy*, e seus respectivos graus de pertinência aos conjuntos *fuzzy* definidores do grau de incapacitação 79

Tabela 15 - Valores atribuídos no modelo agregado aos níveis funcionais, na escala de avaliação *fuzzy*, e seus respectivos graus de pertinência aos conjuntos *fuzzy* definidores do grau de incapacitação 79

Tabela 16 - Conjuntos *fuzzy* resultantes, segundo níveis funcionais relativos à mobilidade, avaliados pelos especialistas A, B e C . 84

Tabela 17 - Conjuntos *fuzzy* resultantes, segundo níveis funcionais relativos à atividade física, avaliados pelos especialistas A, B e C . 84

Tabela 18 - Conjuntos *fuzzy* resultantes, segundo níveis funcionais relativos à atividade social, avaliados pelos especialistas A, B e C . 85

Tabela 19 - Operação do modelo *fuzzy*, especialista A, nível funcional 26 87

Biblioteca/CIR
FACULDADE DE SAÚDE PÚBLICA
UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

Tabelas	Página

Tabela 20 - Estimativas numéricas do grau de incapacitação (d), associado aos níveis funcionais avaliados através dos modelos fuzzy, definidos pelos especialistas e pelo modelo agregado 89

Tabela 21 - Proporção de concordância entre os especialistas (%), segundo conjuntos *fuzzy* 92

Tabela 22 - Escala para interpretação das estimativas do coeficiente kappa κ, proposta por Landis e Koch (1977) 95

Tabela 23 - Estimativas do coeficiente de kappa, segundo conjuntos *fuzzy* I_l descritores do grau de incapacitação, assinalados nas partes conseqüentes das regras *fuzzy* 95

Tabela 24 - Estimativas do coeficiente de kappa, segundo conjuntos *fuzzy* I_l descritores do grau de incapacitação, e grupos de regras *fuzzy* 97

Tabela 25 - Proporção de concordância e coeficientes kappa ponderados, relativos à análise da concordância na definição das partes conseqüentes das regras *fuzzy*, entre cada dois especialistas 98

Tabela 26 - Concordância entre os especialistas A e B quanto à determinação da parte conseqüente das regras *fuzzy* 99

Tabela 27 - Concordância entre os especialistas A e C quanto à determinação da parte conseqüente das regras *fuzzy* 99

Tabela 28 - Concordância entre os especialistas B e C quanto à determinação da parte conseqüente das regras *fuzzy* 100

Biblioteca/CIR
FACULDADE DE SAÚDE PÚBLICA
UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

Tabelas **Página**

Tabela 29 - Estimativas do coeficiente de correlação intraclasse, e respectivos intervalos de 95% de confiança, relativos à análise da concordância dos valores de *d* gerados pelos modelos *fuzzy*, entre os especialistas 102

Tabela 30 - Estimativas do coeficiente de correlação intraclasse, e respectivos intervalos de 95% de confiança, relativos à análise da concordância dos valores de *d* definidos pelo modelo direto, entre os especialistas 103

Tabela 31 - Estimativas do coeficiente de correlação intraclasse, e respectivos intervalos de 95% de confiança, relativos à análise da concordância entre os valores de *d*, gerados pelos modelos *fuzzy* e direto, segundo especialistas 104

Tabela 32 - Estimativas do coeficiente de correlação intraclasse, e respectivos intervalos de 95% de confiança, relativos à análise da concordância entre os valores de *d*, gerados pelos modelos *fuzzy* e da Escala da Qualidade do Bem Estar (QWB) 106

Tabela 33 - Estimativas do coeficiente de correlação intraclasse, e respectivos intervalos de 95% de confiança, relativos à análise da concordância dos valores de *d* gerados pelos modelos direto e da Escala da Qualidade do Bem Estar (QWB) 106

Tabela 34 - Pacientes portadores de mielite associada ao HTLV-1, segundo categorias da duração da doença (ARAÚJO et. al., 1995) 108

Biblioteca/CIR
FACULDADE DE SAÚDE PÚBLICA
UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

Tabelas **Página**

Tabela 35 - Valores atribuídos, nas escalas de avaliação *fuzzy*, aos níveis funcionais representados pela escala de Kurtzke, e seus respectivos graus de pertinência aos subconjuntos *fuzzy* definidores do grau de incapacitação 110

Tabela 36 - Expectativa de vida (*e*), expectativa de vida com saúde (*E*) e anos de vida ajustados em função da incapacidade (*DALY*), segundo idade (faixa etária) do início dos sintomas da mielite associada à infecção pelo HTLV-1 112

Lista de figuras

Figuras	Página
Figura 1 - Valor social do tempo de vida em função da idade	22
Figura 2 - Escala de avaliação fuzzy para a dimensão da atividade social (simulação)	41
Figura 3 - Funções de pertinência aos conjuntos *fuzzy* pertencentes à dimensão da mobilidade, especialista A	59
Figura 4 - Funções de pertinência aos conjuntos *fuzzy* pertencentes à dimensão da mobilidade, especialista B	59
Figura 5 - Funções de pertinência aos conjuntos *fuzzy* pertencentes à dimensão da mobilidade, especialista C	59
Figura 6 - Funções de pertinência aos conjuntos *fuzzy* pertencentes à dimensão da atividade física, especialista A	60
Figura 7 - Funções de pertinência aos conjuntos *fuzzy* pertencentes à dimensão da atividade física, especialista B	60
Figura 8 - Funções de pertinência aos conjuntos *fuzzy* pertencentes à dimensão da atividade física, especialista C	60
Figura 9 - Funções de pertinência aos conjuntos *fuzzy* pertencentes à dimensão da atividade social, especialista A	61
Figura 10 - Funções de pertinência aos conjuntos *fuzzy* pertencentes à dimensão da atividade social, especialista B	61
Figura 11 - Funções de pertinência aos conjuntos *fuzzy* pertencentes à dimensão da atividade social, especialista C	61

Figuras	Página

Figura 12 - Funções de pertinência aos conjuntos *fuzzy* pertencentes à dimensão do grau de incapacitação, especialista A 62

Figura 13 - Funções de pertinência aos conjuntos *fuzzy* pertencentes à dimensão do grau de incapacitação, especialista B 62

Figura 14 - Funções de pertinência aos conjuntos *fuzzy* pertencentes à dimensão do grau de incapacitação, especialista C 62

Figura 15 - Funções de pertinência aos conjuntos *fuzzy* pertencentes à dimensão da mobilidade, modelo agregado (valores médios) 64

Figura 16 - Funções de pertinência aos conjuntos *fuzzy* pertencentes à dimensão da atividade física, modelo agregado (valores médios) 64

Figura 17 - Funções de pertinência aos conjuntos *fuzzy* pertencentes à dimensão da atividade social, modelo agregado (valores médios) 64

Figura 18 - Funções de pertinência aos conjuntos *fuzzy* pertencentes à dimensão do grau de incapacitação, modelo agregado (valores médios) 65

Figura 19 - Proporções de regras *fuzzy* segundo conjuntos descritores do grau de incapacitação 66

Figura 20 - Pesos atribuídos pelos especialistas A, B e C aos níveis funcionais relativos à mobilidade 80

Figura 21 - Pesos atribuídos pelos especialistas A, B e C aos níveis funcionais relativos à atividade física 80

Figura 22 - Pesos atribuídos pelos especialistas A, B e C aos níveis funcionais relativos à atividade social 81

Figuras	Página

Figura 23 - Operação do modelo *fuzzy*, especialista A, nível funcional 26 88

Figura 24 - Estimativas do grau de incapacitação d associadas a diferentes níveis funcionais, geradas através do modelo fuzzy, segundo especialistas 128

Figura 25 - Estimativas do grau de incapacitação d associadas a diferentes níveis funcionais, geradas através do modelo direto, segundo especialistas 129

Figura 26 - Estimativas do grau de incapacitação d associadas a diferentes níveis funcionais, geradas através dos modelos fuzzy e direto, especialista A 130

Lista de Quadros

Quadros	Página
Quadro 1 - Funções de pertinência aos conjuntos *fuzzy* das variáveis definidoras e descritoras do grau de incapacitação	39
Quadro 2 - Categorias da escala de incapacidade de Kurtzke (1965)	109

Lista de siglas e abreviações

OMS	Organização Mundial da Saúde
QALY	Quality Adjusted Life Year
ICIDH	International Classification of Impairments, Disabilities and Handicaps
QWB	Quality of Well-being Scale
IWB	Index of Well-being
E	Expectativa de Vida Com Saúde
DALY	Disability Adjusted Life Year
APVP	Anos Potenciais de Vida Perdidos
APVPEP	Anos Potenciais de Vida Perdidos em Relação à Expectativa de Vida Padrão
PTO	Person Trade-off
M	Mobilidade
F	Atividade Física
S	Atividade Social
HUCFF	Hospital Universitário Clementino Fraga Filho
INDC	Instituto de Neurologia Deolindo Couto
UFRJ	Universidade Federal do Rio de Janeiro
d	Grau de Incapacitação Funcional
κ	Coeficiente Kappa
CCI	Coeficiente de Correlação Intraclasse
ANOVA	Análise de Variância
SPSS	Statistical Package for the Social Sciences

HTLV-1	Human T-Cell Limphotropic Virus Type 1
HAM/TSP	HTLV-1 Associated Mielopathy/Tropical Spastic Paraparesis
DSS	Disability Status Scale
e	Expectativa de Vida
PC	Personal Computer

ÍNDICE

1 INTRODUÇÃO 1

1.1 Aspectos Conceituais e Metodológicos Relativos à Elaboração e ao Uso de Indicadores de Saúde 5

1.2 Indicadores de Saúde Compostos por Medidas de Mortalidade e Morbidade 8

1.2.1 *Quality of Well-being Scale* 11

1.2.2 *Disability Adjusted Life Years* 17

1.3 A Natureza Subjetiva da Mensuração de Níveis de Saúde e Qualidade de Vida: Justificativa para a Aplicação de um Modelo Baseado na Lógica *fuzzy* 28

1.3.1 Lógica *fuzzy* 30

2 OBJETIVOS 36

2.1 Objetivo principal 36

2.2 Objetivos secundários 36

3 METODOLOGIA 37

3.1 O Modelo *fuzzy* 38

3.1.1 Definição das Funções de Pertinência aos Conjuntos *Fuzzy* 39

3.1.2 Estrutura do Modelo *fuzzy* 41

3.2 Avaliação do Modelo *fuzzy* 45

3.2.1 Aspectos Relacionados à Estrutura do Modelo *fuzzy* 46

3.2.2 Aspectos Relacionados aos Resultados do Modelo *fuzzy* 48

3.3 Estimativa da Expectativa de Vida com Saúde e do Número de *DALYs* 49

3.4 Aspectos éticos 49

4 RESULTADOS 51

4.1 Estrutura do Modelo 51

4.1.1 Funções de Pertinência aos Conjuntos *fuzzy* 51

4.1.2 Regras *fuzzy* 65

4.2 Avaliação dos Níveis Funcionais das Dimensões Definidoras do Grau de Incapacitação 77

4.3 Operação do Modelo *fuzzy* 84

4.4 Análise da Confiabilidade dos Resultados 91

4.4.1 Funções de Pertinência aos Conjuntos *fuzzy* 91

4.4.2 Regras *fuzzy* 94

4.4.3 Estimativas da severidade da incapacitação (*d*) 100

4.5 Aplicação dos Resultados do Modelo *fuzzy* 107

5 DISCUSSÃO 114

6 CONCLUSÕES 131

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS 133

ANEXOS

ANEXO 1 - INSTRUMENTOS PARA COLETA DE DADOS A1

1 INTRODUÇÃO

A avaliação do nível de vida de populações humanas é, há bastante tempo, assunto de interesse de organismos governamentais e não-governamentais, em âmbito nacional e internacional. Por mais de cem anos, a maioria dos países ocidentais vem coletando dados estatísticos relativos às condições sociais de suas populações (McDOWELL & NEWELL, 1987).

No início da década de 50, um comitê, formado por iniciativa da Organização das Nações Unidas, sugeriu uma abordagem pluralista para a mensuração de níveis de vida. Medidas que expressassem a natalidade, a mortalidade, o estado nutricional, o nível educacional, a capacidade de consumo, as condições de trabalho, habitação, transporte, vestuário, recreação, segurança e liberdade, permitiriam, em conjunto, avaliar a qualidade de vida de uma coletividade (LAURENTI et. al., 1987). Dentre estas medidas, destacam-se as que expressam o nível de saúde de uma população.

Além da avaliação do nível de vida, os indicadores de saúde são utilizados na identificação dos principais problemas de saúde pública, na elaboração de políticas e na avaliação da efetividade das ações de prevenção e assistência. Os indicadores podem referir-se a grupos populacionais ou a indivíduos e a elaboração dos mesmos deve ser entendida como um processo dinâmico. À medida em que as sociedades evoluem, novos problemas de saúde ganham relevância. Por conseguinte, novos indicadores de saúde se fazem necessários, de forma que objetivos e metas possam ser revistos e atualizados, e as respectivas medidas de intervenção devidamente avaliadas (McDOWELL & NEWELL, 1987).

Os primeiros indicadores de saúde eram constituídos por medidas de mortalidade, obtidas a partir de estatísticas de registro civil, referentes a grupos

populacionais definidos no espaço e no tempo. São exemplos o coeficiente de mortalidade geral, o índice de Swaroop & Uemura e a esperança de vida, considerados indicadores globais de saúde; como indicadores específicos, citam-se os coeficientes de mortalidade infantil e de mortalidade por doenças transmissíveis (LAURENTI et. al., 1987). Uma outra classe de indicadores, voltados para a mensuração da saúde dos indivíduos, vem sendo desenvolvida e utilizada em estudos epidemiológicos destinados à avaliação de procedimentos terapêuticos (McDOWELL & NEWELL, 1987).

Após a segunda guerra mundial, observou-se o declínio das taxas de mortalidade em todo o mundo, e, particularmente, nos países ditos em desenvolvimento. O uso, em massa, de inseticidas, antibióticos e vacinas, o tratamento da água para consumo e o destino adequado dos dejetos, constituíram um conjunto de medidas de saúde pública de notável impacto sobre a morbidade e, principalmente, sobre a mortalidade por doenças infecciosas e parasitárias, em especial particularmente nas faixas etárias mais jovens. Mesmo em países pouco desenvolvidos, em termos sócioeconômicos, a expectativa de vida ao nascer chegou a aumentar 10 anos em apenas uma década.

Entre 1965 e 1970, acentuou-se a redução da fecundidade nos países em desenvolvimento mais populosos. De imediato, a taxa de crescimento da população mundial diminuiu, e, progressivamente, começaram a aumentar os contingentes populacionais com idades mais avançadas (COHEN, 1995). Entre 1960 e 2020, estimou-se que os contingentes populacionais com idade superior a 65 e 80 anos aumentarão, em todo o mundo, cerca de 3,9 e 5,1 vezes, respectivamente; neste

mesmo período, a população total deve dobrar de tamanho (KALACHE et. al., 1987).

Este processo de transição demográfica foi acompanhado por mudanças nos perfis de morbidade e mortalidade, mudanças denominadas, em seu conjunto, de transição epidemiológica. Do predomínio das doenças infecto-contagiosas, muitas vezes de caráter epidêmico, passou-se à preponderância das causas externas e das doenças crônico-degenerativas; das doenças agudas, freqüentemente letais e de curta duração, passou-se às doenças de início insidioso e longa duração (OMRAM, 1971), caracterizadas pela redução progressiva da capacidade funcional, em muitas das vezes.

Concomitantemente, procedimentos diagnósticos e terapêuticos de alta tecnologia e custo elevado vêm sendo cada vez mais incorporados à assistência médica, em seus diversos níveis. A crescente demanda por tais procedimentos, tanto por parte dos profissionais como dos próprios usuários, vem fazendo crescer os gastos na área da saúde (PATRICK e ERICKSON, 1993). Em 1990, os gastos com saúde corresponderam a aproximadamente 8% do produto interno bruto, no contexto mundial, e alcançaram US$1.700 bilhões (WORLD BANK, 1993). E frente à evolução dos padrões demográfico e epidemiológico vigentes, espera-se a manutenção da tendência de crescimento dos gastos com saúde.

Nos Estados Unidos (EUA), se a elevação dos gastos no setor saúde se acompanha, de um lado, pela redução da mortalidade, por outro, não há evidências de melhora do estado de saúde da população sobrevivente: a freqüência de condições incapacitantes associadas a restrição de atividades é relativamente alta,

principalmente entre grupos minoritários e de baixa renda (PATRICK e ERICKSON, 1993).

Se, até o início dos anos sessenta, as taxas de mortalidade de base populacional eram consideradas as únicas medidas de saúde relevantes e sensíveis, (BERGNER, 1985), a partir daí tornou-se imperativa a necessidade do desenvolvimento de novos indicadores de saúde. Além do aumento da expectativa de vida, estes deveriam ser sensíveis o bastante para refletir outras dimensões relacionadas ao estado de saúde das populações, em particular no que se refere à qualidade de vida (PATRICK e ERICKSON, 1993). Também nos países em desenvolvimento, cujas populações não completaram o processo de transição demográfica e epidemiológica, tal necessidade se faz sentir. Pois mesmo ante a perpetuação de taxas de mortalidade relativamente altas e da presença das doenças de natureza infecciosa e carencial, são elevadas as freqüências de doenças crônico-degenerativas e de causas externas, nestes países, assim como as das limitações impostas pelas mesmas (WORLD BANK, 1993; MURRAY, 1996).

Tais indicadores deveriam prover ainda uma base comum para a comparação entre o impacto - esperado ou efetivo - de diferentes intervenções relativas a problemas de saúde distintos, levando-se em consideração os custos respectivos. Desta forma, os indicadores de saúde poderiam melhor contribuir para o aprimoramento do processo de definição de prioridades e de tomada de decisões na área da saúde, para tornar esse processo mais objetivo e mais imparcial.

1.1 Aspectos Conceituais e Metodológicos Relativos à Elaboração e ao Uso de Indicadores de Saúde

A questão central relativa à elaboração e ao uso de indicadores de saúde refere-se à definição do que se quer medir, ou seja, à definição de saúde. Em geral, as definições existentes são conceitualmente abrangentes, mas vagas em demasia (PATRICK et al., 1973).

Um exemplo ilustrativo é a definição de saúde proposta pela Organização Mundial de Saúde (OMS), em 1957, como "....o estado de completo bem-estar físico mental e social, e não apenas a ausência de doença" (WORLD HEALTH ORGANISATION, 1957). Esta definição não especifica onde ou quando a saúde existe ou inexiste - ou onde começa e termina a mesma - (PATRICK et al., 1973), nem tampouco caracteriza, objetivamente, as diferentes dimensões mencionadas.

Diversos autores têm buscado desenvolver medidas de saúde viáveis, *i.e.*, baseadas em definições mais precisas, capazes de tornar o processo de mensuração factível. Embora considerada imensurável inicialmente, a definição da OMS tornou-se amplamente aceita à medida em que o desenvolvimento de novas técnicas tornou possível a mensuração de conceitos como "bem-estar". Alguns dos modelos propostos procuram preservar a abrangência das definições e incluir as diferentes dimensões das mesmas.

Segundo Ware e colaboradores (1981), a dimensão física diz respeito às funções ou aos estados, fisiológicos e físicos, do organismo, avaliados, por exemplo, através da pressão arterial e da capacidade de locomoção, respectivamente. A saúde mental refere-se às funções intelectuais básicas, como a memória e as emoções.

Embora distintos, os conceitos de saúde física e mental apresentam estreita inter-relação e estão limitados ao indivíduo.

Por sua vez, a dimensão social da saúde envolve a realização de atividades e contatos, e a integração social. O conceito de bem-estar social ultrapassa os limites do indivíduo, e pode ser entendido, simultaneamente, como parte e determinante da saúde e da qualidade de vida de um indivíduo, ou de uma população (WARE et. al., 1981; PATRICK e ERICKSSON, 1993).

A definição de estados de saúde baseia-se nas teorias do funcionalismo ou do bem-estar e da qualidade de vida (*positive well-being and quality of life*).

O funcionalismo envolve a análise de fenômenos sociais e culturais, em termos de suas respectivas funções no âmbito de um sistema sóciocultural. Oriundo da sociologia e da antropologia, o funcionalismo tem sua origem no conceito de sistemas orgânicos, desenvolvido no âmbito das ciências biológicas.

Sob o prisma do funcionalismo, as definições de saúde englobam os principais papéis sociais dos indivíduos integrantes das sociedades ocidentais, tais como trabalhar, estudar, executar tarefas domésticas e atividades diárias relacionadas ao autocuidado, incluindo alimentação e higiene pessoal. Estes papéis são descritos em termos da performance individual, ou da capacidade de um indivíduo desenvolvê-los. Baseiam-se nesta teoria os conceitos de incapacidade e disfunção (PATRICK e ERICKSON, 1993).

Resumidamente, admite-se um padrão de normalidade, caracterizado pela realização das atividades diárias inerentes à vida de um ser humano, inserido em um determinado meio social. O indivíduo é considerado saudável quando atinge tal

padrão, dados a sua capacidade física e mental, e o desempenho de suas funções sociais (McDOWELL & NEWELL, 1987).

Já a teoria do bem-estar e da qualidade de vida, desenvolvida no âmbito da psicologia, provê a base para os conceitos de saúde ditos positivos. O termo positivo refere-se à tentativa de expressar estados mais próximos a saúde plena, em oposição àqueles que refletem a perda ou ausência de saúde, como a deficiência e a incapacidade, denominados negativos.

Como exemplos temos os modelos voltados para a mensuração do bem-estar psicológico e mental, os quais exploram reações individuais a diferentes experiências de vida, avaliam a capacidade de adaptação a situações de estresse ou de crise, ou a autopercepção e o otimismo em relação à satisfação com a vida (PATRICK e ERICKSON, 1993).

Os indicadores elaborados a partir de formulações teóricas e conceituais sobre saúde - sejam as funcionalistas ou as fundamentadas na psicologia - permitem explicar, e não somente descrever, a condição de saúde de diferentes indivíduos.

Por vezes, os modelos e suas respectivas medidas são estruturados a partir de uma abordagem puramente empírica. Neste caso, os indicadores gerados têm uma finalidade essencialmente prática, como discriminar pacientes segundo diferentes estados de saúde - normal ou anormal - ou em termos de prognóstico. Por exemplo, as perguntas incluídas no *Health Opinion Survey*, desenvolvido por Macmillan (1957), foram selecionadas em função da capacidade, observada empiricamente, de distinguir indivíduos normais dos portadores de distúrbios psiconeuróticos, observada empiricamente. Entretanto, o que tais perguntas medem é objeto de

discussão desde a sua publicação, em virtude da inexistência de uma base teórica subjacente às mesmas (McDOWELL & NEWELL, 1987).

Dentre as diferentes abordagens propostas, destaca-se, neste trabalho, o grupo de indicadores de saúde que agregam medidas de mortalidade e morbidade, estas últimas relativas a problemas de saúde não-fatais (SULLIVAN, 1966, 1971; BERG, 1973; PATRICK et. al., 1973; TORRANCE, 1986; NORD, 1992; MURRAY, 1994, 1996).

1.2 Indicadores de Saúde Compostos por Medidas de Mortalidade e Morbidade

Respeitadas as respectivas diferenças, tais indicadores apresentam uma estrutura semelhante, constituída por uma série de estados de saúde intercalados entre os extremos definidos como uma condição de plena saúde e a morte. A cada um destes estados atribui-se um peso, que lhe reflete a respectiva severidade. Alguns dos indicadores incorporam ainda estimativas das probabilidades de transição entre os diferentes estados de saúde. A unidade de medida é o tempo de vida, ajustado em função da severidade de cada estado, ou condição, de saúde (MURRAY, 1994).

Desde os estudos pioneiros da década de 60, os esforços destinados à elaboração dos indicadores agregados de mortalidade e morbidade se concentraram em três linhas principais. A primeira, desenvolvida por economistas, tem como objetivo as análises de custo-efetividade e custo-utilidade, aplicadas à avaliação de projetos e investimentos na área da saúde; destes trabalhos originou-se a medida denominada *Quality-ajusted life year (QALY)*, considerada como padrão para avaliações de programas de saúde nos países desenvolvidos (TORRANCE, 1986; MURRAY, 1994).

Na elaboração dos *QALYs*, desenvolveram-se diferentes técnicas com a finalidade de se medir preferências individuais pelo tempo vivido em diferentes estados de saúde. Tais técnicas baseiam-se no desenvolvimento de escalas (*rating scale* e *magnitude estimation*), na teoria dos jogos (*standard gamble*) e em métodos de equivalência (*time trade-off* e *person trade-off*) (TORRANCE, 1986; NORD, 1992).

Compõem a segunda linha os indicadores de estados de saúde (*Health Status Indicators*). Neste caso, dá-se ênfase à definição precisa das dimensões relativas aos estados de saúde e ao desenvolvimento de instrumentos para coleta de dados. Os indicadores são constituídos a partir de múltiplas variáveis, em muitas ocasiões moduladas por fatores de ponderação, as quais medem diferentes aspectos relativos às dimensões física, mental e social da saúde. A escolha dos diferentes indicadores de estado de saúde é feita tem por base as análises de confiabilidade, validade e factibilidade da aplicação (MURRAY, 1994).

Desta abordagem originou-se o termo "qualidade de vida relacionada a saúde" (*health-related quality of life*), definido como o valor atribuído à duração da vida, modificado em função de deficiências, estados funcionais, percepções e oportunidades sociais, que são influenciados pela ocorrência de doenças, traumas, tratamentos ou políticas. Esta definição fundamenta-se sobre os conceitos de adaptabilidade (*resilience*), percepção - sobre a saúde, ou estados de saúde -, função física, sintomas e duração de vida (PATRICK e ERICKSON, 1993).

O terceiro grupo de medidas agregadas tomou como referência os trabalhos desenvolvidos, pela OMS, na década de 70, os quais resultaram na publicação da *International Classification of Impairments, Disabilities and Handicaps - ICIDH*

(WORLD HEALTH ORGANISATION, 1980). As alterações funcionais são avaliadas nos três níveis, considerados como uma seqüência linear, das deficiências, das incapacidades e das desvantagens.

As deficiências referem-se às perturbações no nível orgânico, as quais acarretam uma redução das capacidades física e mental. Estas podem não ser perceptíveis, como as formas subclínicas de algumas doenças, ou mesmo não acarretar nenhum efeito adverso para o paciente - como uma deficiência visual corrigida pelo uso de óculos adequados. Os efeitos de uma deficiência não corrigida acabam por levar a uma incapacidade, definida como qualquer restrição da habilidade de um indivíduo desenvolver suas funções, dentro do que se considera normal. As incapacidades, por sua vez, podem gerar um situação de desvantagem, na dependência da severidade das mesmas e do tipo de atividade desenvolvida pela pessoa acometida. Por exemplo, a perda do dedo mínimo de uma das mãos é uma deficiência; a conseqüente perturbação da função motora é caracterizada como uma incapacidade, a se traduzir como uma desvantagem muito mais importante para um violinista do que para um atendente de banco (MURRAY, 1994).

Além da OMS, um número crescente de países vem adotando a *ICIDH* como referência para estudos sobre incapacidade e desvantagem. Assim, indicadores de expectativa de vida livre de deficiências, de incapacidades e de desvantagens foram propostos, todos baseados nesta classificação (ROBINE et. al., 1999). O tempo de vida com uma deficiência, incapacidade ou desvantagem considerada moderada ou severa é tratado da mesma forma que o tempo perdido em função de um óbito, e se lhes atribui o peso igual a um. Por sua vez, as alterações consideradas leves não são consideradas, atribuindo-se-lhes a elas um peso igual a zero. Entretanto, os limites

entre o que se considera leve e moderado ou grave não são claramente estabelecidos (MURRAY, 1994).

Alternativas ao cálculo de expectativas de vida com saúde plena foram elaboradas, através da atribuição de pesos diferenciados a cada uma das classes de incapacidades e da ordenação destas segundo um gradiente de severidade, na qual ao tempo de vida perdido em função de um óbito atribui-se o peso máximo, igual a um (MURRAY e LOPEZ, 1996a).

Dois modelos de interesse para o presente trabalho, e suas respectivas medidas - as quais incorporam o conceito de incapacidade - serão descritos seguir.

1.2.1 *Quality of Well-being Scale*

A escala de qualidade do bem-estar (*Quality of Well-being Scale - QWB*) foi desenvolvida com o objetivo de prover um denominador comum para análises de custo-efetividade de diferentes programas, e para estimar a necessidade de tratamentos e assistência à saúde (PATRICK et. al., 1973, KAPLAN et. al., 1976, McDOWELL e NEWELL, 1987).

O índice de bem-estar (*Index of Well-being*), gerado a partir do *QWB*, é uma medida do bem-estar, ou da qualidade de vida, que expressa, através de um valor numérico, o quão indesejável é um determinado problema, condição ou estado de saúde, do ponto de vista social. O *IWB* (*W*) é uma medida estática, referente a um instante *t* do tempo (KAPLAN et. al., 1976), calculada segundo a expressão

$$W = \frac{1}{N}\sum_{l=1}^{L} W_l N_l \quad (1)$$

onde:

Biblioteca/CIR
FACULDADE DE SAÚDE PÚBLICA
UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

N representa a população total;

N_l representa o número de pessoas em cada nível funcional l = 1, 2, ..., L;

W_l refere-se aos pesos atribuídos a cada nível funcional l = 1, 2, ..., L; e

L representa todos os níveis funcionais definidos no modelo (KAPLAN ET. AL., 1983).

Percebe-se que W é uma média ponderada do número de pessoas em cada nível funcional N_l, com pesos dados por W_l.

Quando ajustada em função do prognóstico associado a uma dada condição de saúde existente, a qualidade de vida é expressa através de um outro indicador, denominado expectativa de vida com saúde[1] (E), medida a agregar estimativas de mortalidade e da qualidade de vida entre os sobreviventes. Os anos de vida são ajustados em função da severidade de uma incapacidade subseqüente a um problema de saúde, com ou sem o tratamento apropriado. Por exemplo, um ano vivido em um estado de saúde que reduza a qualidade de vida pela metade eqüivale a 0,5 anos de vida com saúde plena (McDOWELL e NEWELL, 1987).

A expectativa de vida com saúde (E) é calculada segundo a expressão

$$E = \sum_{l=1}^{L} W_l Y_l \quad (2)$$

onde:

Y_l representa a estimativa do tempo de vida esperado em cada nível funcional l = 1, 2, ... L; e

W_l, l e L são definidos como na equação (1).

---

[1] Tradução livre de "well-life expectancy" (McDOWELL e NEWELL, 1987).

Assim, a escala de qualidade de vida pode ser utilizada na determinação da necessidade de assistência à saúde, tanto presente quanto futura, dos indivíduos e da população.

A qualidade do bem-estar, seja de um indivíduo ou de uma população, é avaliada a partir do respectivo estado funcional atual. Levam-se em consideração quatro dimensões: mobilidade, atividade física, atividade social, e autocuidado. A presença de sintomas ou problemas de saúde que não interfiram diretamente sobre as dimensões mencionadas, mas que impliquem em perda da qualidade de vida, também é considerada; a avaliação refere-se sempre à performance, e não à capacidade funcional de um indivíduo.

Para cada uma das dimensões - exceto atividade social e auto-cuidado, consideradas em conjunto - definiu-se uma escala com até cinco categorias descritoras das limitações funcionais (Tabela 1). Considerando a possibilidade de ausência ou presença de sintomas ou problemas de saúde, das 101 possíveis combinações de tais categorias - resultado da combinação entre cinco categorias da mobilidade, quatro da atividade física e cinco da atividade social -, 43 foram observadas empiricamente e consideradas plausíveis (PATRICK et. al., 1973; KAPLAN et. al., 1976).

A cada um dos 43 níveis funcionais se atribuiu um peso *W*, relativo ao respectivo grau de utilidade, ou de preferência, associado a cada uma das categorias das três dimensões consideradas no modelo. Os pesos variam entre 0 - indicativo de saúde plena, ou completo bem-estar - e 1, que designa morte. Entre os extremos são dispostos os valores intermediários, com intervalos iguais, constituindo-se, assim,

uma escala intervalar. Trata-se de um método de natureza psicofísica[2], denominado escala de avaliação (*category rating scale*).

Tabela 1 - Dimensões e categorias funcionais incluídas no modelo da escala de qualidade do bem-estar (*Quality of Well-being Scale*) *

Dimensões	**Categorias funcionais**
Mobilidade (*m*)	1. Em uma unidade de cuidados especiais 2. Em um hospital 3. Em casa 4. Não dirigiu, ou precisou de ajuda para usar ônibus ou trem 5. Dirigiu, ou usou ônibus ou trem, sem ajuda
Atividade física (*f*)	1. Acamado, ou em uma cadeira de rodas 2. Moveu-se em sua própria cadeira de rodas, sem ajuda 3. Andou com limitações físicas 4. Andou sem limitações físicas
Atividades sociais / autocuidado (*s*)	1. Teve ajuda para desenvolver atividades de cuidados pessoais 2. Desenvolveu atividades de cuidados pessoais, mas não trabalhou, ou foi à escola, ou executou tarefas domésticas 3. Trabalhou, ou foi à escola, ou executou tarefas domésticas, com limitações de quantidade e tipo 4. Trabalhou, ou foi à escola, ou executou tarefas domésticas, mas desenvolveu outras atividades com limitações 5. Trabalhou, ou foi à escola, ou executou tarefas domésticas, e desenvolveu outras atividades, sem limitações

* Adaptado a partir de KAPLAN et. al., 1976 e McDOWELL e NEWELL, 1987

[2]A psicofísica é o estudo das relações entre os estímulos físicos e as respectivas percepções, ou sensações psicológicas. Freqüentemente, estes estudos têm como objetivo a análise da correlação entre as medidas de diferentes estímulos de natureza física e as reações provocadas pelos mesmos. Sua origem remonta ao século XIX, e sua aplicação se estendeu a estudos voltados para a mensuração de consensos sociais, aplicados, inclusive, à elaboração de medidas de qualidade de vida relativas à saúde (PATRICK e ERICKSON, 1993).

Tendo conhecimento sobre o significado dos valores extremos da escala, disposta tal qual um termômetro, um avaliador marca a posição referente a cada um dos estados ou condições de saúde analisados. E as medidas normalizadas da distância entre o valor zero e as posições assinaladas são interpretadas como os respectivos graus de preferência por cada estado de saúde (PATRICK e ERICKSON, 1993).

O peso W associado a um estado de saúde l qualquer é calculado pela equação

$$W(l)=1 + W_m(l) + W_f(l)+ W_s(l)+ W_{si}(l) \quad (3)$$

onde os índices m, f, s e si referem-se às dimensões da mobilidade, e das atividades física e sociais, e a determinados sintomas, respectivamente (KAPLAN et. al., 1989).

Os anos de vida, ajustados em função da sua qualidade - determinada por uma condição l qualquer (*Well years*) -, são calculados ao se multiplicar o número de pessoas nesta condição pelo respectivo valor de $W(l)$, e pela duração esperada da condição l, em anos; somados os produtos relativos a cada condição l, tem-se o número total de anos de vida ajustados, para um dado grupo populacional.

Os valores de W refletem a importância relativa atribuída pelo conjunto da sociedade aos diferentes níveis funcionais, os quais, por sua vez, estão relacionados a diferentes graus de incapacidade. Caracterizado o nível funcional de um indivíduo a partir de suas respostas às perguntas da entrevista padronizada, o peso W respectivo é utilizado no cálculo do escore de qualidade de vida (*quality of well-being score*).

A um estado de saúde caracterizado pela ausência de restrições à mobilidade (categoria 5; W_m = 0,000), com limitações da deambulação (categoria 3; W_f = -0,060), e pelo desenvolvimento de atividades de autocuidado, mas não de

trabalho, de estudo ou domésticas (categoria 2; W_s = -0,061), corresponde um valor de W igual a 0,879, de acordo com a equação (3); ou seja, um ano de vida neste estado corresponde a 0,879 anos de vida com plena saúde (KAPLAN et. al., 1976, 1989).

Na vigência de sinais ou sintomas mais ou menos severos, e potencialmente limitantes, do ponto de vista funcional, o valor de W é corrigido. No exemplo anterior, a presença de cefaléia, tonteira ou zumbidos (W_{si} = -0,244) diminuiria o valor de W para 0,635 (KAPLAN et. al., 1989).

Na última etapa, o valor de W é ajustado em função do prognóstico associado a um determinado estado funcional, e, assim, gera a medida de expectativa de vida com saúde E, calculada de acordo com a equação (2). Os prognósticos são expressos como probabilidades de transição para outros níveis funcionais, ao longo de um determinado intervalo. Assim, é possível diferenciar dois pacientes, cujos estados funcionais sejam considerados semelhantes em um dado momento, se um deles for portador de uma doença letal.

O *QWB* é considerado um modelo inovador no campo dos indicadores de saúde. Sua formulação meticulosa é de grande relevância para a discussão conceitual e metodológica, relativa ao processo de medição da saúde. O *QWB* é também singular na medida em que questões relativas a saúde, incapacidade e mortalidade são abordadas em uma única escala; e ao incorporar estimativas de prognóstico, este indicador permite que problemas de saúde de natureza aguda ou crônica sejam abordados simultaneamente (McDOWELL e NEWELL, 1987). Questões relativas a validade e confiabilidade deste modelo foram amplamente discutidas na literatura (KAPLAN et. al., 1976, 1979, 1983).

O *QWB* foi utilizado na avaliação de diferentes intervenções, como a aplicação do teste tuberculínico (FANSHEL e BUSH, 1970; BUSH et. al., 1972), os programas de rastreamento da fenilcetonúria (BUSH et. al., 1973), de doenças tireoidianas e da hipertensão (WEINSTEIN e STASON, 1977), o uso de estrogênios após a menopausa (WEINSTEIN, 1980), a vacinação contra a pneumonia pneumocócica (WILLEMS et. al. 1980), e em ensaios clínicos com pacientes portadores de aids, fibrose cística e artrite reumatóide (KAPLAN et. al. 1989).

Não obstante, o *QWB* é alvo de críticas, particularmente no que se refere ao significado dos valores atribuídos a diferentes estados de saúde. Evidências empíricas sugerem que tais valores não ultrapassam o nível ordinal, insuficiente para o propósito de se atribuir graus de utilidade às condições de saúde avaliadas. Para este fim, as medidas de nível proporcional, obtidas a partir de métodos de equivalência, por exemplo, seriam mais adequadas (NORD, 1990, 1991).

Argumenta-se assim, que os valores obtidos a partir de métodos do tipo *category rating scale* não devem ser utilizados como expressão da utilidade de tais condições, sem antes passar por algum tipo de transformação. Nord (1991) sugere, com base em um estudo comparativo da utilização dos métodos *category rating scale* e *time trade-off*, o uso de uma função potência para se estimar a utilidade de estados de saúde.

1.2.2 *Disability Adjusted Life Years*

Recentemente, MURRAY (1994) apresentou as bases técnicas e conceituais para um novo indicador, denominado *Disability Adjusted Life Year (DALY)*. O *DALY* é mais um índice a agregar medidas de mortalidade e morbidade em um único valor, calculado pela soma dos anos de vida perdidos em função das mortes prematuras e

dos anos de vida com alguma incapacidade, devida a problemas de saúde não-fatais. Se, por um lado, os *QALYs* expressam ganhos de tempo e qualidade de vida, através dos *DALYs* busca-se quantificar as perdas, nestes mesmos termos.

O *DALY* foi constituído de forma a possibilitar, através de uma única medida, a realização de estudos de âmbito mundial sobre o que foi denominado *Burden of Disease* (MURRAY, 1994, 1996), por ora traduzido como carga de doenças. Sua aplicação é possível tanto no indivíduo quanto na população, âmbitos aos quais se restringem os usos dos *QALYs* e das expectativas de vida sem deficiências, incapacidades ou desvantagens, respectivamente (GOERDT et. al., 1996).

Quatro pressupostos básicos nortearam a concepção do *DALY*. No primeiro, afirma-se que todos os problemas de saúde a implicarem em perda de bem-estar social devem, de alguma forma, ser incluídos nos cálculos. Por perda de bem-estar social entende-se o reconhecimento, por parte da sociedade, da importância de um problema de saúde e de suas conseqüências, assim como a decisão de destinar recursos à prevenção e/ou ao tratamento dos mesmos.

Sexo e idade são as únicas características individuais que devem ser incluídas no cálculo dos *DALYs*, pois são consideradas as únicas variáveis comuns a quaisquer grupos populacionais. Excluíram-se outras características definidoras de grupos sociais, em relação aos quais nem todos os indivíduos podem ter acesso, como renda e escolaridade.

Na análise dos dados, um mesmo problema de saúde deve ser considerado sempre da mesma forma, independente de quaisquer características - *e.g.* demográficas, epidemiológicas, sócio-econômicas - das populações nas quais ocorra. A morte prematura de uma mulher com 40 anos deve contribuir, da mesma forma,

para a estimativa da carga de doenças, fosse ela residente em uma região pobre de um país do terceiro mundo, ou em uma área abastada de um país desenvolvido. Esta premissa também assegura a comparabilidade dos resultados entre diferentes regiões e países num dado momento, ou em diferentes períodos para uma mesma área.

O quarto e último pressuposto estabelece que o *DALY* será medido em unidades de tempo. Provê, assim, um meio simples, e mesmo intuitivo, para agregar, em um só indicador, medidas do tempo vivido com uma incapacidade, e do tempo perdido em função de uma morte prematura, tendo como unidade de tempo o ano (MURRAY, 1994).

O cálculo dos *DALYs* baseia-se em quatro componentes, os quais se referem a valores ou preferências sociais: preferência temporal, o valor social do tempo de vida em diferentes idades, o tempo de vida perdido em função dos óbitos ocorridos em diferentes idades e o impacto dos eventos mórbidos não fatais.

1.2.2.1 Preferência Temporal

Através da taxa de desconto *r* exprime-se o conceito de preferência temporal, relativo à preferência das pessoas por desfrutar imediatamente de um determinado benefício, ao invés de fazê-lo no futuro (STONIER e HAGUE, 1964). As taxas de juros de mercado são exemplos do conceito de preferência temporal.

A aplicação de taxas de desconto sobre benefícios esperados por ocorrer no futuro tem como finalidade convertê-los em valores atuais, e permitir a comparação com os respectivos custos. Esta é uma prática comum em avaliações de custo-benefício e custo-efetividade, desde a publicação do trabalho de Piot e Sundaresan, em 1967. Ainda assim, não há consenso, do ponto de vista conceitual, em relação à

justificativa do uso da mesma, ou sobre o seu valor adequado, quando se a utiliza (MURRAY, 1994).

Em se tratando de ganhos ou benefícios sociais - como no caso de investimentos em saúde - entende-se que as taxas de desconto devem girar entre 1 e 3% ao ano, valores inferiores às taxas de juros de mercado normalmente praticadas. Evidências empíricas descritas na literatura sugerem que as taxas de desconto estimadas para eventos relacionados à área da saúde variam em função da duração dos períodos a que se referem (MURRAY, 1994, 1996; CROPPER et al., 1992). Nas estimativas da carga global de doenças, realizadas por Murray e Lopez, utilizou-se uma taxa de desconto *r* constante, igual a 3% ao ano (MURRAY, 1996, 1994). Valor semelhante tinha sido usado anteriormente pelo Banco Mundial, em estudos voltados para a determinação de prioridades para investimentos em saúde (JAMISON et. al., 1993).

1.2.2.2 Valor Social do Tempo de Vida em Diferentes Idades

A incorporação de um parâmetro para ponderação do tempo de vida em diferentes idades baseia-se no entendimento de que o grau de dependência varia em função da idade dos membros de uma sociedade e das atividades por eles desempenhadas, as quais definem seus respectivos papéis na sociedade. Considera-se, portanto, ser o valor social do tempo de vida dependente da idade (MURRAY, 1994).

Abordagem semelhante, baseada na teoria do capital humano, já havia sido proposta anteriormente. Por exemplo, nos trabalhos em que se propôs restringir a medida de anos de vida perdidos ao intervalo considerado como produtivo, ou de trabalho (GREVILLE, 1948; HAENSZEL, 1950). Já Piot e Sundaresan (1967)

utilizaram a medida de anos de vida com saúde (*years of healthy living*), nas idades produtivas, como indicador para avaliação de impacto de programas de controle da tuberculose. Fatores de ponderação baseados em taxas médias de salário, segundo a idade, foram sugeridos em análises de custo-efetividade (BARNUM, 1987).

No modelo para estimativa de *DALYs*, a opção pelo uso de diferentes pesos relativos ao tempo de vida em cada idade baseou-se em evidências empíricas, com base nas opiniões de especialistas, coletadas informalmente.

Utilizando-se o método Delphi, modificado, a função através da qual os pesos são estabelecidos foi definida, por um grupo de especialistas em saúde pública, como

$$W_x = Cxe^{-\beta x} \quad (4)$$

onde:

W_x é o peso atribuído ao tempo de vida na idade x, correspondente ao seu respectivo valor social;

C é o fator de correção da função que atribui diferentes pesos às idades;

x refere-se à idade durante a qual ocorre o problema de saúde; e

β é uma constante que determina a forma como os pesos variam em função das diferentes idades x.

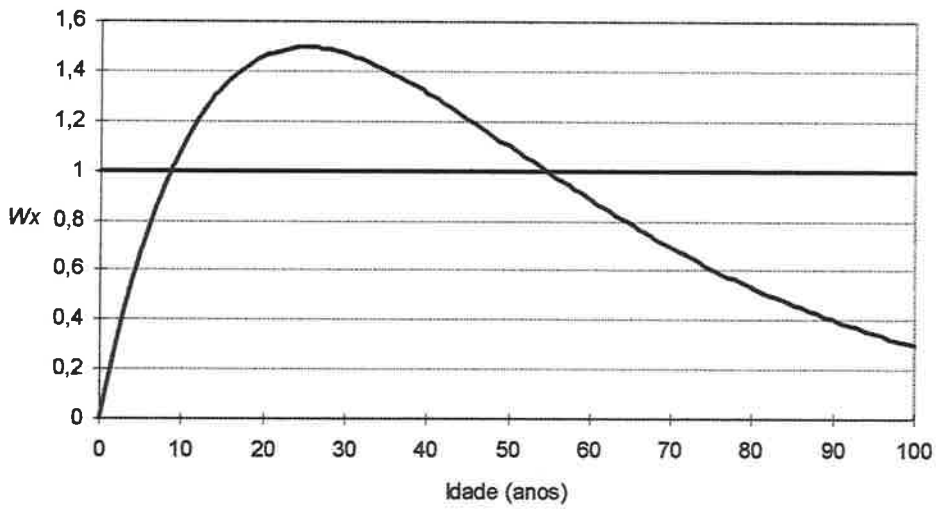
Valores de β entre 0,03 e 0,05 foram considerados adequados, optando-se pelo valor igual a 0,04.

O valor da constante C é definido de forma que a introdução de um parâmetro para ponderação do valor do tempo de vida, em diferentes idades, não altere a quantidade de *DALYs* estimada a partir do valor de β igual a zero; ou seja,

atribuindo-se pesos iguais para todas as idades x. O valor de C depende, portanto, da distribuição dos problemas de saúde de uma população, segundo sexo e idade, e deve ser corrigido sempre que a equação (4) for alterada, por exemplo, ao se modificar o valor de β. No estudo sobre a carga mundial de doenças, o valor correspondente de C foi 0,1658. (MURRAY, 1994).

O gráfico 1 mostra que, para $\beta = 0{,}04$, o período da vida adulta jovem é considerado relativamente mais importante do que os das idades extremas, nos quais os indivíduos são considerados dependentes. Precisamente, às idades compreendidas no intervalo de 9 a 54 anos, inclusive, atribuem-se pesos maiores que um; o peso máximo corresponde à idade $1/\beta$, igual, neste caso, a 25 anos. Quando $\beta = 0$, ou seja, no caso de pesos uniformes, a função apresenta-se como uma linha reta, paralela ao eixo das abcissas em $W_x = 1$.

Figura 1 - Valor social do tempo de vida em função da idade



Fonte: MURRAY, 1994.

1.2.2.3 Tempo de Vida Perdido em Função dos Óbitos Ocorridos em Diferentes Idades

Os anos perdidos em função da mortalidade prematura são calculados de forma semelhante à da medida de anos potenciais de vida perdidos (APVP) (LAURENTI et. al., 1987). Ao invés de limites potenciais de vida fixos, independentes da idade em que ocorrem os óbitos - como se propôs no trabalho original de Dempsey (1947), assim como nos de outros autores (ROMEDER e McWHINNIE, 1977, CENTERS FOR DISEASE CONTROL, 1986) - utilizam-se as expectativas de vida a partir das diferentes idades em que ocorrem os óbitos, segundo um modelo de tábua de vida considerado como padrão, ou ideal. Esta medida é denominada *standard expected years of life lost*, por ora traduzida como anos potenciais de vida perdidos em relação à expectativa de vida padrão (APVPEP).

O modelo de tábua de vida *West Level 26* foi escolhido tendo como referência o padrão de expectativa de vida da população feminina japonesa, considerado o mais elevado entre todos aqueles já observados em diferentes países (82,5 anos ao nascer); para o sexo masculino, a estimativa da expectativa de vida ao nascer foi de 80 anos.

Obtem-se a medida dos anos de vida perdidos em relação a uma expectativa de vida padrão (MURRAY, 1994) a partir da expressão

$$\sum_{x=0}^{x=1} d_x e_x^* \quad (5)$$

onde:

d_x refere-se a um óbito por qualquer causa com a idade x;

l representa a última faixa etária considerada; e

e_x^* é a expectativa de vida a partir da idade x, baseada em um limite considerado padrão.

Quando se parte do princípio de que todos os problemas de saúde considerados relevantes, em termos de perda de bem-estar, devem ser incluídos na análise - como no caso da elaboração do *DALY* -, os APVPEP mostram-se mais adequados do que os APVP tradicionalmente utilizados; nestes, são excluídos da análise todos os eventos - óbitos e problemas que gerem alguma incapacidade - a ocorrerem após a idade considerada limite, a qual varia, na literatura, entre 60 e 85 anos. Excluir os óbitos com idades superiores a estes limites implica dizer que eles não têm valor social, suposição discordante do que se observa nas sociedades humanas, de forma geral (MURRAY, 1994, 1996).

Em relação às medidas de anos potenciais de vida perdidos - calculadas com base em limites de expectativa de vida estimados a partir de tábuas de vida de uma geração, ou de uma coorte sintética (GREVILLE, 1948; HAENSZEL, 1950) -, os APVPEP mostram-se, novamente, mais adequados. Neste caso, a justificativa parte do princípio de que um mesmo problema de saúde, ocorrido na mesma idade, deve ser tratado da mesma forma, independente das populações nas quais ocorra. As curvas de expectativa de vida de diferentes populações, calculadas a partir de tábuas de vida de uma geração, ou de uma coorte sintética, são diferentes, devido à influência de suas respectivas condições de vida (LAURENTI et al., 1987), como o acesso a bens materiais, alimentos, moradia, e à riqueza em geral, de distribuição marcadamente desigual (COHEN, 1995). Um óbito de uma mulher com 40 anos, a título de exemplo, levaria à perda de quantidades distintas de anos potenciais de

vida, segundo o local onde viesse a ocorrer, caso os valores de e_x variassem em função dos diferentes padrões de mortalidade observados. Além disso, o uso dos APVPEP permite comparações entre regiões, num mesmo período, ou entre diferentes períodos, para uma mesma região (MURRAY, 1994, 1996).

1.2.2.4 Impacto dos Eventos Mórbidos Não-Fatais

As análises do tempo potencial de vida perdido, tradicionalmente, levam em consideração somente a ocorrência de mortes em idades consideradas prematuras. Em muitas das vezes, estão associados a tais perdas diferentes eventos mórbidos não-fatais, que provocam limitações funcionais distintas no que diz respeito a severidade e evolução, e levam a perda da qualidade de vida.

Conforme mencionado anteriormente, o *DALY* é um indicador a agregar, em uma só medida, o tempo potencial de vida perdido devido à ocorrência de mortes prematuras e eventos mórbidos não-fatais, mas incapacitantes.

O conceito de incapacidade utilizado é aquele definido pela OMS, na *ICIDH* (WORLD HEALTH ORGANISATION, 1980), e se refere a limitações de natureza funcional. Muito embora o conceito de desvantagem seja mais abrangente, na medida em que se concentra no impacto de uma limitação funcional - dado um determinado contexto social -, seu uso poderia ferir o pressuposto de que um mesmo problema de saúde deve ser tratado de forma semelhante. Por exemplo, um nível de inteligência considerado subnormal é uma deficiência, mas pode não acarretar limitações de função importantes. Porém, as conseqüências em termos de desvantagens podem ser distintas; podem ser mínimas para um indivíduo residente em uma região rural mais distante, ou muito severas, no caso de um filho de pais

com escolaridade de nível superior, habitantes de uma cidade, cujas expectativas em relação à criança podem ser maiores (WORLD HEALTH ORGANISATION, 1980; MURRAY, 1994).

O impacto dos eventos mórbidos não fatais é incorporado ao cálculo dos *DALYs* através do ajuste do tempo de vida perdido, em função do grau, ou da severidade, das condições incapacitantes associadas. Consegue-se este ajuste através da multiplicação do tempo de vida perdido, calculado, tal como apresentado anteriormente, por pesos *D*, atribuídos às diferentes condições de saúde; os valores de *D* variam entre zero e um, extremos correspondentes à saúde plena e à morte, respectivamente (MURRAY, 1994, 1996).

Os valores de *D* foram obtidos por meio do método de equivalência, através da técnica denominada *person trade-off* (*PTO*); estes métodos baseiam-se na teoria da utilidade[3].

A técnica do *PTO* consiste em se fazer a seguinte pergunta, relativa a uma situação hipotética, perante a pessoa da qual se quer obter o julgamento sobre a utilidade de uma condição de saúde - "Se *x* indivíduos encontram-se na condição de saúde *A* e *y* indivíduos no condição de saúde *B*, e você só pode intervir sobre uma das duas condições, devido à restrição de recursos, qual dos dois grupos você escolheria?" Uma das duas quantidades, *x* ou *y*, é alterada, até o entrevistado tornar-

[3] A teoria da utilidade foi desenvolvida no século XVIII por Jeremy Bentham. O princípio da utilidade estabelece que as pessoas, assim como as sociedades humanas, buscam atingir uma única meta: incrementar o prazer e reduzir o sofrimento. As preferências, tanto individuais quanto sociais, podem ser medidas em escalas intervalares ou proporcionais; a dificuldade maior reside na agregação dos julgamentos individuais. Escalas ordinais foram utilizadas em análises realizadas por economistas. Em 1944, von Neumann e Morgenstern incorporaram a incerteza na mensuração da utilidade, relativa ao conceito de utilidade esperada, em contraposição às abordagens anteriores, baseadas na premissa de serem os julgamentos e as escolhas feitos sempre de maneira precisa. Este conceito constitui a base dos métodos de equivalência denominados *standard gamble* e *time trade-off* (PATRICK e ERICKSON, 1993)

se indiferente em relação à escolha que lhe é apresentada. A razão x/y expressa quantas vezes a condição B é mais indesejável do que a condição A. Repetindo-se a mesma pergunta para diferentes condições de saúde, obtêm-se uma escala a partir da qual é possível comparar quão indesejável uma determinada condição é, em relação às demais condições (NORD, 1992).

Inicialmente foram atribuídos pesos a 20 condições denominadas indicadoras, que serviram como base para a definição de sete categorias de incapacidade, ordenadas entre os extremos saúde plena e morte. Cada categoria compunha-se de mais de uma condição indicadora e, assim, provia uma definição operacional do respectivo grau de severidade. Em seguida, as outras condições incluídas no estudo sobre carga global de doenças - mais de 100 condições, ao todo - foram distribuídas entre as sete categorias iniciais, e estimados os seus respectivos valores de D, buscando-se, sempre, o consenso entre os participantes (HARVARD CENTER FOR POPULATION AND DEVELOPMENT STUDIES, 1997).

Para cada condição estimou-se sua respectiva incidência, segundo sexo, idade e região de residência. Entre os casos incidentes, estimou-se, ainda, a proporção de portadores de alguma incapacidade, assim como a idade em que se instala a incapacidade e sua duração média, respectivamente. As estimativas tiveram origem em estudos epidemiológicos, quando disponíveis, e na opinião de especialistas (MURRAY, 1994).

1.2.2.5 Fórmula para o Cálculo do Número de *DALYs*

O número de *DALYs* perdidos por um indivíduo, devido um evento mórbido qualquer, fatal ou não, é calculado segundo a equação

$$\text{DALY} = -\left[\frac{DCe^{-\beta a}}{(\beta+r)^2}[e^{-(\beta+r)(L)}(1+(\beta+r)(L+a))-(1+(\beta+r)a)]\right] \quad (6)$$

na qual:

D é o peso atribuído a diferentes graus de incapacidade (para a morte prematura, $D=1$);

r é a taxa de desconto, ou preferência temporal;

β é uma constante que determina a forma como os pesos variam em função das diferentes idades x;

C é o fator de correção do número de DALYs devido à introdução da função que atribui diferentes pesos às idades;

a refere-se à idade durante a qual ocorre o problema de saúde (morte ou incapacidade); e

L é o tempo de vida perdido devido a morte prematura, ou à duração da vida com alguma incapacidade (MURRAY, 1994).

Os *DALYs* foram estimados em estudos sobre carga de doenças de âmbito mundial (MURRAY, 1994, 1996; MURRAY e LOPEZ, 1994a, 1994b, 1996a, 1996b, 1997; MURRAY et. al., 1994), nacional (LOZANO et. al., 1995), e segundo modelos dinâmicos de doenças transmissíveis (CHAN, 1997).

1.3 A Natureza Subjetiva da Mensuração de Níveis de Saúde e Qualidade de Vida: Justificativa para a Aplicação de um Modelo Baseado na Lógica *Fuzzy*

A mensuração do nível de saúde, ou da qualidade de vida - seja de um único indivíduo ou de um grupo populacional -, é algo essencialmente subjetivo e impreciso. Para este fim, não dispomos de meios ou dispositivos automatizados que

auxiliem na quantificação de diferentes estados de saúde. Esta mensuração, assim, é um processo estruturado com base em julgamentos de valor, que podem expressar o grau de utilidade, ou a preferência, tanto individual como de natureza social, de, ou por, diferentes estados e condições de saúde.

A subjetividade intrínseca às medidas, ou estimativas, do nível de saúde não lhes diminui a importância, no que diz respeito a sua aplicação em saúde pública. Elas provêm informações sobre aspectos da vida humana, tais como a dor, o sofrimento e a depressão, que não poderiam ser obtidas exclusivamente através de avaliações objetivas ou testes de laboratório. Ao descrever aspectos qualitativos, tais medidas amplificam os conhecimentos obtidos em análises tradicionais de morbidade e mortalidade.

Por outro lado, o caráter científico das medidas de saúde e qualidade de vida é assegurado pelas teorias subjacentes, relativas aos processos de mensuração, tanto no que diz respeito à formulação conceitual das mesmas, quanto ao processo de medição propriamente dito (McDOWELL e NEWELL, 1987).

A questão mais importante parece estar relacionada ao desenvolvimento de métodos suficientemente robustos para lidar com a subjetividade e a imprecisão intrínsecas à mensuração de preferências por estados de saúde.

A estrutura da maior parte dos modelos desenvolvidos, até hoje, para a mensuração de preferências por estados de saúde, tem origem nos conceitos da lógica binária. Não obstante, as limitações da lógica binária frente a situações marcadas pela subjetividade e pela incerteza têm sido objeto de discussão de diferentes autores (KLIR e FOLGER, 1988; VITEZ et. al., 1996).

Métodos baseados na lógica *fuzzy*[4] (ZADEH, 1965) têm-se mostrado robustos e eficientes em diferentes áreas do conhecimento, nas quais as abordagens baseadas na lógica binária convencional não são satisfatórias (KLIR e FOLGER, 1988;.TANAKA, 1997). No âmbito da epidemiologia, assim como no da saúde pública, embora poucos trabalhos baseados na lógica *fuzzy* tenham sido publicados até o momento, as possibilidades de aplicação da mesma têm sido ressaltadas (MASSAD et. al. 1997; STRUCHINER et. al., 1997; MASSAD et. al., 1999; NOBRE et. al., 1999).

Os conceitos básicos da lógica *fuzzy* são apresentados na seção seguinte, assim como a justificativa para a aplicação da mesma no contexto da mensuração de preferências por estados de saúde.

1.3.1 Lógica *Fuzzy*

A lógica convencional lida com proposições que devem ser necessariamente verdadeiras ou falsas; para cada proposição existe uma oposta, denominada negação.

Baseados nestes preceitos, os conjuntos convencionais, ou *crisp*[5], são definidos por funções de característica, ou de discriminação. Sendo X o conjunto universo, a função de característica relativa ao conjunto *crisp* A é definida como

$$\mu_A: X \rightarrow \{0,1\} \quad (7)$$

---

[4] A palavra *fuzzy* é traduzida para o português como vago ou indistinto (HOUAISS, 1996). Outras traduções possíveis são difuso, ou nebuloso. Neste trabalho, será utilizado o termo em inglês.

[5] A palavra *crisp* é traduzida para o português como claro, nítido (HOUAISS, 1996), e se refere à capacidade de discriminação entre elementos pertencentes e não-pertencentes inerente a uma função de característica; neste trabalho, será utilizado o termo em inglês.

Assim, para qualquer elemento $x \in X$, $\mu_A(x) = 1$ se e somente se $x \in A$, e $\mu_A(x) = 0$ se e somente se $x \notin A$. As funções características distinguem os elementos de X entre membros e não-membros do conjunto *crisp A* (KLIR e FOLGER, 1988).

A lógica *fuzzy* é uma generalização da lógica booleana convencional. O seu desenvolvimento tornou possível a aplicação do conceito de verdade parcial, entendido como qualquer valor situado entre os extremos (completamente) verdadeiro e (completamente) falso.

A lógica *fuzzy* foi estabelecida formalmente em 1965, por Loft Zadeh. Em seu artigo sobre conjuntos *fuzzy*, Zadeh introduziu o conceito de grau de pertinência (*membership degree*), segundo o qual, um conjunto pode ser formado por elementos que lhe pertençam parcialmente. Assim, dado um universo X, o subconjunto *fuzzy A* em X apresenta a função característica

$$\mu_A: X \rightarrow [0,1] \quad (8)$$

denominada função de pertinência. Para cada $x \in X$, $\mu_A(x)$ representa o grau com que o elemento x pertence ao subconjunto fuzzy A.

Dessa forma, a lógica *fuzzy* difere da lógica binária convencional na medida em que as proposições *fuzzy* podem assumir outros valores além de verdadeiro e falso (MASSAD et. al., 1999).

Por exemplo, suponha-se a existência de três indivíduos adultos - *a*, *b* e *c* -, cujas estaturas são, respectivamente, 179 cm, 171 cm e 168cm; interessa saber a quais conjuntos descritores da estatura (baixa, intermediária e alta) estes três indivíduos pertencem.

Quando definidos "precisamente", segundo a lógica convencional, o conjunto "estatura baixa" é tradicionalmente formado pelos indivíduos com até 169 cm de

altura inclusive; "estatura intermediária" por aqueles com altura maior ou igual a 170 cm e menor ou igual a 180 cm; e o conjunto "estatura alta" pelos indivíduos com altura superior a 180 cm.

Assim, os indivíduos *a* e *b* apresentam estatura intermediária, ao passo que o indivíduo *c* tem uma estatura baixa. Não obstante, nota-se que a estatura de *b* é mais próxima da de *c* do que de *a*.

Em contrapartida, os graus de pertinência das estaturas dos indivíduos *a*, *b* e *c* aos subconjuntos *fuzzy* "estatura baixa", "intermediária" e "alta" poderiam ser assim apresentados na tabela 2, a seguir.

Tabela 2 - Graus de pertinência dos indivíduos a, b e c aos subconjuntos *fuzzy* descritores da estatura

		Subconjuntos *fuzzy* descritores da estatura		
Indivíduo	**Estatura (cm)**	**Baixa**	**Intermediária**	**Alta**
a	179	0,0	0,4	0,6
b	171	0,4	0,6	0,0
c	168	0,7	0,3	0,0

Fonte: TANAKA, 1997.

O indivíduo *a* apresenta uma estatura entre intermediária e alta; ele pertence parcialmente a dois subconjuntos *fuzzy*, com uma pertinência mais elevada (0,6) em relação ao subconjunto *fuzzy* "estatura alta" do que ao subconjunto "estatura intermediária" (0,4). Sua estatura é algo entre intermediária e alta, e "tende" um pouco mais para alta; nota-se também que ele não pertence ao subconjunto *fuzzy* "estatura baixa". Da mesma forma, os indivíduos *b* e *c* não pertencem ao subconjunto *fuzzy* "estatura alta" , mas aos subconjuntos "estatura baixa" e "estatura intermediária", ainda que parcialmente (TANAKA, 1997).

Originalmente, a teoria dos conjuntos *fuzzy* foi formulada com base nas operações de complemento, união e interseção entre conjuntos. Estas operações são definidas a partir das funções de pertinência dos conjuntos *fuzzy*, e de operadores matemáticos como *max* (máximo) e *min* (mínimo) (KLIR e FOLGER, 1988, MASSAD et. al., 1999). Assim, sendo A um conjunto *fuzzy* no universo X, a função de pertinência $\mu_{\bar{A}}$ do conjunto *fuzzy* complemento de A, para qualquer elemento $x \in X$, é definida como

$$\mu_{\bar{A}}(x) = 1 - \mu_A(x) \quad (9)$$

Sendo B um outro conjunto *fuzzy* em X, a função de pertinência $\mu_{A \cup B}(x)$ do conjunto união $A \cup B$, para qualquer elemento $x \in X$, é definida como

$$\mu_{A \cup B}(x) = max[\mu_A(x), \mu_B(x)] \quad (10)$$

Por fim, a função de pertinência $\mu_{A \cap B}(x)$ do conjunto interseção $A \cap B$, para qualquer elemento $x \in X$, é definida como

$$\mu_{A \cap B}(x) = min[\mu_A(x), \mu_B(x)] \quad (11)$$

A aplicação da lógica *fuzzy* é particularmente útil em contextos caracterizados por incertezas, imprecisões e verdades parciais. Nestas situações, a distinção entre membros e não-membros de um determinado conjunto não pode ser feita de forma exata, e ao mesmo tempo viável, no que diz respeito à complexidade.

Muitas das categorias utilizadas nas linguagens naturais, por exemplo, não são precisas o suficiente para serem tratadas adequadamente pela lógica binária convencional. Os conjuntos *fuzzy* representam um determinado conceito, ou categoria lingüística. A semelhança, ou compatibilidade, de um indivíduo, ou uma

Biblioteca/CIR
FACULDADE DE SAÚDE PÚBLICA
UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

observação qualquer, em relação a este conceito, é expressa pelo seu respectivo grau de pertinência. Ao incorporar a imprecisão inerente a estes processos, expressa pelo conceito de grau de pertinência, a lógica *fuzzy* aproxima-se dos processos subjacentes ao raciocínio humano (KLIR e FOLGER, 1988; VITEZ et. al., 1996).

A medicina se destaca como uma das áreas da ciência em que as incertezas se fazem mais presentes. Uma mesma doença pode manifestar-se de diferentes maneiras entre seus portadores, e pode variar, também, ao longo de sua evolução em um mesmo paciente. Um sinal ou sintoma pode ser indicativo de mais de uma doença, e a ocorrência simultânea de mais de uma enfermidade pode alterar os respectivos cursos clínicos habituais. Ressalta-se ainda que, na descrição das entidades nosológicas, utilizam-se termos lingüísticos inevitavelmente vagos, mas, ainda assim, de grande utilidade (HALIM et. al., 1990; SUGIURA et. al., 1991; SHONO et. al., 1992; YAMAKAWA, 1992; MASSAD et. al., 1997).

Na prática médica usual, expressa-se, freqüentemente, o estado de saúde ou o prognóstico de um paciente como sendo "bom", "estável", "grave" ou "desfavorável". Julgamentos expressos desta forma são facilmente compreendidos, e, mesmo que imprecisos, constituem a base para tomada de decisões em muitas situações da prática cotidiana.

Da mesma forma, o grau de incapacitação associado a uma determinada condição é habitualmente avaliado como "leve", "moderado" ou "severo". Quando necessário, distinguem-se as condições pertencentes a uma mesma categoria através de qualificadores, como "muito severa", "extremamente severa" ou "pouco severa".

A elaboração de indicadores de saúde e/ou qualidade de vida, expressos em unidades de tempo de vida, requer que a preferência por diferentes estados de saúde,

tanto individual como social, seja expressa quantitativamente, sobre escalas de nível intervalar ou proporcional, tal como nos modelos da *Quality of Well-being Scale* (PATRICK et. al., 1973, KAPLAN et. al., 1976) e do *DALY* (MURRAY, 1994, 1996). Entretanto, o raciocínio subjacente a este tipo de análise é estruturado a partir da definição de categorias lingüísticas vagas, ou *fuzzy*, e de suas relações, tal como em sistemas de controle *fuzzy* (SHONO et. al., 1992).

Frente ao exposto até aqui, entende-se que o desenvolvimento de modelos para mensuração de preferências por estados de saúde, baseados na lógica *fuzzy*, constitui uma importante contribuição para o campo de estudos sobre indicadores e índices para uso em saúde pública, e mais particularmente, em epidemiologia.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo Principal

•Estimar o grau da incapacitação associado a diferentes níveis funcionais, através de um modelo baseado na lógica *fuzzy*.

2.2 Objetivos Secundários

•Analisar a confiabilidade dos resultados gerados pelo modelo *fuzzy*

•Aplicar os resultados do modelo *fuzzy* no cálculo do número de anos de vida ajustados para incapacitação (*DALYs*)

3 METODOLOGIA

O conceito de saúde é, por ora, considerado o universo de discurso *H*. Cada uma das dimensões que o compõem corresponde a uma determinada variável. Dentre todas as variáveis, serão consideradas quatro: mobilidade (*M*), atividade física (*F*), atividade social (*S*) e grau da incapacitação (*I*). As três primeiras, denominadas tal como no modelo da escala de qualidade do bem-estar (PATRICK et. al., 1973; KAPLAN et. al., 1976), são chamadas definidoras, e a última, descritora do grau da incapacitação.

Os possíveis valores de cada uma das quatro variáveis são representados pelos números inteiros não-negativos, incluídos no intervalo fechado de 0 a 10. Dispostos como uma escala de avaliação (*rating scale*), estes números exprimem o grau da incapacitação associada a cada nível funcional descrito no modelo da escala de qualidade do bem-estar (Tabela 1), relativos às diferentes dimensões do conceito de saúde já mencionadas. Os valores extremos 0 e 10 referem-se aos graus de incapacitação máximo e mínimo, aqui caracterizados como a morte e a saúde plena, respectivamente.

A dimensão da mobilidade envolve o deslocamento no espaço. É mais ou menos restrita em função da liberdade e da independência momentânea de um indivíduo, determinadas com base em seu estado de saúde. A atividade física refere-se, principalmente, aos movimentos relacionados ao andar, além daqueles associados aos movimentos de se agachar e levantar. Embora sejam intimamente relacionadas, estas duas dimensões podem ser afetadas de maneira independente, como no caso das alterações de natureza cognitiva.

Por sua vez, a atividade social envolve a execução das atividades consideradas principais, em um dado contexto social. Tais atividades variam em função da idade. São elas: brincar, dos 0 aos 5 anos; estudar, dos 6 aos 17 anos; trabalhar e manter o lar, entre 18 e 64 anos; e cuidar do lar e lazer, a partir do 65 anos (PATRICK et. al., 1973).

O grau de incapacitação é a expressão do estado funcional de um indivíduo, em um dado momento, definido com base nas três dimensões anteriormente definidas.

Tal como no modelo original da qualidade do bem-estar, os níveis funcionais por ora descritos são considerados inespecíficos quanto à natureza do problema de saúde subjacente. Assim, tanto um mesmo nível funcional pode ser determinado por diferentes agravos, como um único problema de saúde pode determinar um espectro variado de limitações funcionais.

3.1 O Modelo *Fuzzy*

As variáveis *M*, *F*, *S* e *I*, definidas no universo *H*, são compostas por infinitos conjuntos *fuzzy*, os quais representam a expressão das diferentes categorias de incapacitação, através de um modelo lingüístico. Sendo assim, elas serão denominadas variáveis *fuzzy*. Os termos definidores dos conjuntos *fuzzy* refletem a incerteza e a imprecisão inerentes a um processo de mensuração de natureza subjetiva, como é o caso do grau da incapacitação.

Por exemplo, determinados níveis funcionais podem ser avaliados como *muito* incapacitantes ou *pouco* incapacitantes. Entre os primeiros, por sua vez, incluem-se aqueles considerados *extremamente* incapacitantes. Da mesma forma, as condições *pouco* incapacitantes podem ser subdivididas em outras subcategorias.

Os conjuntos *fuzzy* definidos, para fins do presente estudo, correspondem às categorias das três dimensões do conceito de saúde utilizadas no modelo original de Patrick e colaboradores (PATRICK et. al., 1973; KAPLAN et. al., 1976). Quanto à variável grau de incapacitação, foram definidos cinco conjuntos *fuzzy*, como apresentado na tabela 3.

3.1.1 Definição das Funções de Pertinência aos Conjuntos *Fuzzy*

As funções de pertinência (Quadro 1) dos possíveis valores das variáveis *fuzzy* M, F, S e I em relação aos respectivos conjuntos *fuzzy* M_i (i = 1, 2, 3, 4, 5), F_j (j = 1, 2, 3, 4), S_k (k = 1, 2, 3, 4, 5) e I_l, (l = 1, 2, 3, 4, 5), foram definidas por três especialistas, todos médicos neurologistas do serviço de neurologia do Hospital Universitário Clementino Fraga Filho (HUCFF) e do Instituto de Neurologia Deolindo Couto (INDC), ambos da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ).

Quadro 1 - Funções de pertinência aos conjuntos fuzzy das variáveis definidoras e descritoras do grau de incapacitação

$$\mu_{Mi}: M \rightarrow [0,1] \quad (12)$$

$$\mu_{Fj}: F \rightarrow [0,1] \quad (13)$$

$$\mu_{Sk}: S \rightarrow [0,1] \quad (14)$$

$$\mu_{Il}: I \rightarrow [0,1] \quad (15)$$

onde μ refere-se ao grau de pertinência aos conjuntos fuzzy M_i, F_j, S_k, e I_l, os quais representam as diferentes categorias das variáveis *fuzzy* M, F, S e I, respectivamente.

Foi utilizado um único modelo de escala de avaliação, constituída pelos números reais contidos no intervalo fechado entre zero e dez. Segundo seus conhecimentos e experiências individuais, cada especialista assinalou os valores limites (pertinência zero) e de máxima pertinência (igual a um), relativos a cada um dos conjuntos *fuzzy* descritos na tabela 3.

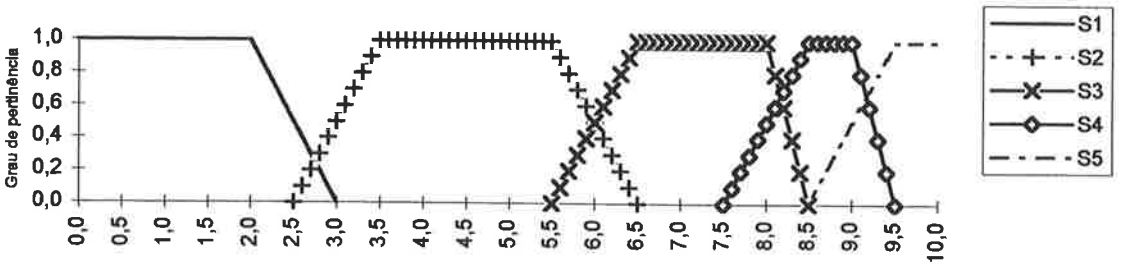
Tabela 3 - Categorias correspondentes do modelo original da escala de qualidade do bem-estar (PATRICK et. al., 1973) e do modelo *fuzzy*

Conjuntos *crisp*	**Categorias do modelo original**	**Categorias (subconjuntos) do modelo "fuzzy"**	**Símbolo**
Mobilidade *M*	Em uma unidade de cuidados especiais	Extremamente limitada	M_1
	Em um hospital	Muito limitada	M_2
	Em casa	Limitada	M_3
	Não dirigiu, ou precisou de ajuda para usar ônibus ou trem	Pouco limitada	M_4
	Dirigiu, ou usou ônibus ou trem, sem ajuda	Plena	M_5
Atividade física *F*	Acamado ou em uma cadeira	Extremamente limitada	F_1
	Moveu-se em sua própria cadeira de rodas, sem ajuda	Muito limitada	F_2
	Andou com limitações físicas	Pouco limitada	F_3
	Andou sem limitações físicas	Plena	F_4
Atividades sociais *S*	Teve ajuda para desenvolver atividades de cuidados pessoais	Extremamente limitada	S_1
	Desenvolveu atividades de cuidados pessoais, mas não trabalhou, ou foi à escola, ou executou tarefas domésticas	Muito limitada	S_2
	Trabalhou, ou foi à escola, ou executou tarefas domésticas, com limitações de quantidade e tipo	Limitada	S_3
	Trabalhou, ou foi à escola, ou executou tarefas domésticas, mas apresentou limitações para desenvolver outras atividades	Pouco limitada	S_4
	Trabalhou, ou foi à escola, ou executou tarefas domésticas, e executou outras atividades	Plena	S_5
Grau da incapacitação *I*		Muito elevado	I_1
		Elevado	I_2
		Moderado	I_3
		Leve	I_4
		Nenhum	I_5

Os resultados foram avaliados e ajustados pelos especialistas, até serem considerados satisfatórios.

Definidas as funções de pertinência aos conjuntos *fuzzy*, as escalas de avaliação originais foram transformadas em escalas de avaliação *fuzzy*, as quais foram utilizadas para a medir-se o grau da incapacitação associado a diferentes níveis funcionais (Figura 2). Os instrumentos para coleta de dados são apresentados no anexo 1, item 2.

Figura 2 - Escala de avaliação fuzzy para a dimensão da atividade social (simulação)



3.1.2 Estrutura do Modelo *Fuzzy*

O modelo *fuzzy* foi estruturado como uma seqüência de regras *fuzzy* (VITEZ et. al., 1996; TANAKA, 1997), cuja expressão geral é

SE M é M_1 **E** F é F_1 **E** S é S_1 **ENTÃO** I é I_1

E TAMBÉM

SE M é M_1 **E** F é F_2 **E** S é S_1 **ENTÃO** I é I_1

E TAMBÉM

⋮

SE M é M_i **E** F é F_j **E** S é S_k **ENTÃO** I é I_l

onde M, F, S e I representam as dimensões do conceito de saúde já apresentadas, e M_i, F_j, S_k e I_l são, respectivamente, as expressões *fuzzy* da severidade da incapacitação. Inicialmente, foram consideradas 100 regras *fuzzy* (anexo 1), correspondentes aos níveis funcionais definidos por todas as possíveis combinações das categorias do modelo original[6] (PATRICK et. al., 1973; KAPLAN et. al., 1976).

A parte antecedente, ou premissa, das regras *fuzzy* é formada pela combinação de subconjuntos *fuzzy* definidores da severidade da incapacitação; na parte conseqüente, por sua vez, se inclui a respectiva descrição do grau de incapacitação. Os mesmos três especialistas determinaram, separadamente, o conteúdo das partes conseqüentes de cada regra *fuzzy* (anexo 1, item 4). As regras porventura consideradas inverossímeis foram excluídas dos respectivos modelos.

Cada regra *fuzzy* foi convertida em uma relação *fuzzy* R_m e interpretada, de acordo com o método direto de Mamdani (1974), como o resultado da operação de interseção entre os subconjuntos M_i, F_j, S_k e I_l

$$R_m = M_i \cap F_j \cap S_k \cap I_l \quad (16)$$

Os conjuntos representados pelas relações *fuzzy* R_m, definidos no espaço do produto cartesiano $XxYxZxV$, apresentam funções de pertinência determinadas pela operação de valores mínimos (MAMDANI, 1974; TANAKA, 1997)

$$R_m(x,y,z,v) = \mu_{Rm}(x,y,z,v) = \mu_{Mi}(x) \wedge \mu_{Fj}(y) \wedge \mu_{Sk}(z) \wedge \mu_{Il}(v) \quad (17)$$

Os valores de x, y, z e v, localizados sobre escalas de avaliação *fuzzy*, representam o grau da incapacitação funcional em relação às dimensões M, F, S e I,

---

[6] Foram excluídos das regras *fuzzy* os níveis funcionais 0 e 43, correspondentes à morte e à saúde plena (ausência de incapacitação funcional e de quaisquer sinais ou sintomas) respectivamente (PATRICK et. al., 1973; McDOWELL e NEWELL, 1987).

respectivamente. O grau de pertinência $\mu_{Rm}(x,y,z,v)$ exprime o quanto a regra *fuzzy* subjacente à relação *fuzzy* R_m se adapta aos valores de x, y, z e v (TANAKA, 1997).

O conectivo **E TAMBÉM** traduz-se pela agregação das regras *fuzzy*, definida, segundo o método direto de Mandani (1974), como uma operação de união entre as relações *fuzzy* R_m individuais

$$R = \bigcup_{m=1}^{42} R_m \quad (18)$$

A relação *fuzzy* R, por sua vez, apresenta função de pertinência definida por operações de valores mínimos e máximos (MAMDANI, 1974; TANAKA, 1997)

$$\mu_R(x,y,z,v) = \bigvee_{m=1}^{42} \left(\mu_{M_i}(x) \wedge \mu_{F_j}(y) \wedge \mu_{S_k}(z) \wedge \mu_{I_l}(v) \right) \quad (19)$$

3.1.2.1 Entrada de Dados e Operação do Modelo

Solicitou-se aos especialistas que assinalassem sobre as respectivas escalas de avaliação *fuzzy* a posição de cada um dos níveis funcionais relativos às dimensões mobilidade, atividade física e atividade social, tal como definidos no modelo original (Tabela 3). Ao fazê-lo, os especialistas levaram em consideração o grau de pertinência de cada nível funcional aos diferentes conjuntos *fuzzy* subjacentes. Assim, os graus de pertinência expressaram a severidade da incapacitação dos diferentes níveis funcionais, com relação a cada conjunto *fuzzy* M_i, F_j, S_k, na opinião de cada especialista, separadamente. Os especialistas foram instruídos a não levar em consideração nenhum aspecto relativo a qualquer prognóstico eventualmente associado aos níveis funcionais apresentados. Os ajustes necessários foram realizados por cada especialista, até que os resultados fossem considerados satisfatórios.

Às avaliações dos especialistas, relativas a cada nível funcional, correspondem os conjuntos *fuzzy* M_i', F_j' e S_k', denominados conjuntos *fuzzy* de entrada do modelo. A relação *fuzzy* entre os conjuntos *fuzzy* de entrada e o conjunto *fuzzy* R gera o conjunto *fuzzy* I_l', denominado saída do modelo, sendo

$$I_l' = Mi' \circ (F_j' \circ (S_k' \circ R)) \quad (20)$$

onde $\circ$ representa a composição de relações *fuzzy* (TANAKA, 1997). O conjunto *fuzzy* I_l' é a expressão do grau de incapacidade associado a um determinado nível funcional, definido pelos conjuntos *fuzzy* de entrada M_i', F_j' e S_k', considerados simultaneamente.

A relação *fuzzy* entre M_i', F_j', S_k' e R é definida segundo regras de inferência baseadas em valores máximos e mínimos, e apresenta a função de pertinência

$$\mu_{I_l'}(v) = \vee_{x,y,z}\left(\mu_{M_i'}(x) \wedge \mu_{F_j'}(y) \wedge \mu_{S_k'}(z) \wedge \mu_R(x, y, z, v)\right) \quad (21)$$

Desenvolveu-se um programa em linguagem C++ para a operação do modelo *fuzzy* gerado por cada especialista, assim como o modelo de valores agregados.

3.1.2.2 Estimativa da Severidade da Incapacitação

A expressão numérica da severidade da incapacitação de um nível funcional qualquer será obtida pela "defuzificação" dos resultados obtidos a partir da aplicação das regras fuzzy. A "defuzificação" consiste, por ora, no cálculo do centróide i_0 das funções de pertinência $\mu_{Ii'}$ sobrepostas, geradas na segunda etapa do método (TANAKA, 1997), conforme a equação

$$i_0 = \frac{\int \mu_{I_1}(v)v\,dv}{\int \mu_{I_1}(v)dv} \quad (22)$$

O centróide i_0 corresponde à estimativa da severidade da incapacitação (d) relativa a cada nível funcional avaliado, análoga aos parâmetros W_l e D, utilizados no cálculo do índice de qualidade do bem-estar e do número de *DALYS*, respectivamente.

3.1.2.3 O Modelo Direto

Uma segunda estimativa do parâmetro d foi determinada diretamente sobre a escala de avaliação *fuzzy*, referente ao grau de incapacitação, por cada especialista, e para cada um dos níveis funcionais tridimensionais avaliados. Tais procedimentos compõem o modelo aqui denominado direto, em contraposição à abordagem por etapas, ou indireta, característica do modelo *fuzzy*.

Ao todo, foram considerados os resultados de quatro modelos diretos: um relativo a cada especialista, e um modelo direto agregado, cujos resultados correspondem às médias aritméticas dos valores gerados pelos modelos individuais.

Os resultados do modelo direto foram utilizados na avaliação do modelo *fuzzy*, tal como descrito a seguir.

3.2 Avaliação do Modelo *Fuzzy*

Tendo em vista a natureza subjetiva subjacente à mensuração da severidade da incapacitação funcional, considera-se, por ora, não haver nenhum padrão-ouro estabelecido. Assim sendo, o modelo *fuzzy* foi avaliado através de procedimentos usualmente utilizados em análises de confiabilidade[7] (SKLO e NIETO, 2000); tal

[7] O termo confiabilidade é utilizado, neste contexto, como tradução de "reliability", do idioma inglês.

avaliação se dirigiu a aspectos relacionados à estrutura do modelo e aos seus resultados.

Quanto à estrutura do modelo *fuzzy*, analisou-se a concordância entre os especialistas ("between observer reliability"), envolvendo a definição das funções de pertinência aos conjuntos *fuzzy*, e as regras *fuzzy*.

No que diz respeito aos resultados, analisou-se a concordância entre os especialistas ("between observer reliability"), e também entre os modelos *fuzzy*, os do modelo direto e o da escala da qualidade do bem estar ("inter-method reliability").

Os procedimentos utilizados em cada uma das análises são apresentados a seguir, nos subitens relativos à estrutura e aos resultados do modelo *fuzzy*, respectivamente.

3.2.1 Aspectos Relacionados à Estrutura do Modelo *Fuzzy*

3.2.1.1 Análise da Concordância entre as Funções de Pertinência aos Subconjuntos *Fuzzy*

Analisou-se, de início, a concordância entre os três especialistas, simultaneamente, e, em seguida, entre cada dois deles, considerando-se, a cada vez, um único subconjunto *fuzzy* M_i, F_j, S_k e I_l.

Em todos os casos, a concordância foi quantificada como uma proporção, definida pela razão entre as áreas dos conjuntos agregados a partir de operações de interseção e união, dos respectivos subconjuntos *fuzzy* envolvidos. Os conjuntos união e interseção foram definidos com base em operações de valores máximos e mínimos (KLIR e FOLGER, 1988).

Tomando como exemplo a análise da concordância relativa ao conjunto *fuzzy* M_1 - a envolver os três especialistas, A, B e C -, as funções de pertinência relativas aos conjuntos $M_{1A} \cap M_{1B} \cap M_{1C}$ e $M_{1A} \cup M_{1B} \cup M_{1C}$ são definidas, respectivamente, pelas equações

$$\mu_{A \cap B \cap C}(x) = \min\left[\mu_A(x), \mu_B(x), \mu_C(x)\right] \quad (23)$$

e

$$\mu_{A \cup B \cup C}(x) = \max\left[\mu_A(x), \mu_B(x), \mu_C(x)\right] \quad (24).$$

Os possíveis valores da proporção de concordância variam no intervalo [0,1], onde os extremos 0 e 1 representam as situações de nenhuma concordância e as de concordância plena, respectivamente.

3.2.1.2 Análise da Concordância Entre as Regras *Fuzzy*

Tal como para as funções de pertinência aos conjuntos *fuzzy*, analisou-se, de início, a concordância entre os três especialistas, simultaneamente, e, em seguida, entre cada dois deles, considerando-se, uma a uma, as partes conseqüentes das regras *fuzzy*; foram excluídas as regras que ao menos um dos especialistas julgou serem inverossímeis.

A concordância foi analisada através do coeficiente de kappa (FLEISS, 1981). Optou-se por um modelo ponderado, com pesos definidos arbitrariamente, e apresentados na tabela 4.

Utilizou-se o programa Stata versão 5.0 (STATA CORP., 1997).

Tabela 4 - Pesos utilizados na análise da concordância através da estatística kappa

	I_1	I_2	I_3	I_4	I_5
I_1	1,0	0,5	0,0	0,0	0,0
I_2	0,5	1,0	0,5	0,0	0,0
I_3	0,0	0,5	1,0	0,5	0,0
I_4	0,0	0,0	0,5	1,0	0,5
I_5	0,0	0,0	0,0	0,5	1,0

3.2.2 Aspectos Relacionados aos Resultados do Modelo *Fuzzy*

A concordância relativa aos resultados do modelo *fuzzy* (entre especialistas e métodos) foi analisada através do coeficiente de correlação intraclasse (CCI) (FLEISS, 1981).

A análise da concordância entre os diferentes especialistas baseou-se na comparação dos pesos *d*, obtidos a partir de cada modelo *fuzzy*, e daqueles por eles atribuídos diretamente aos diferentes níveis funcionais.

A análise da concordância entre métodos consistiu na comparação dos resultados gerados pelo modelo *fuzzy* - estruturados por cada especialista e, também, o modelo agregado -, com as respectivas estimativas geradas pelo modelo direto e da escala de avaliação da qualidade do bem estar. Foram excluídos os níveis funcionais considerados inverossímeis ao menos por um dos especialistas.

Tendo em vista que os mesmos três especialistas avaliaram todos os 100 níveis funcionais, as estimativas pontuais do CCI, e seus respectivos intervalos de 95% de confiança, foram obtidos a partir de modelos de análise de variância, do tipo "Two way ANOVA". Considerando-se os três especialistas como uma amostra aleatória da população constituída pelos neurologistas, optou-se pelo modelo "Two

way random ANOVA". A única exceção diz respeito à análise que envolveu os modelos *fuzzy* e direto; neste caso, compararam-se os resultados gerados com base em duas abordagens distintas, porém, por um mesmo especialista, e se optou, então pelo modelo "Two way mixed ANOVA" (FLEISS, 1979).

Utilizou-se o programa SPSS versão 10. Das duas definições de concordância utilizadas neste programa, escolheu-se a concordância absoluta ("absolute agreement"). Nela, a variabilidade intrínseca aos especialistas (intra-observador), por ora não avaliada, é considerada relevante, e incorporada no denominador da estimativa do CCI (NICHOLS, 2000).

3.3 Estimativa da Expectativa de Vida com Saúde e do Número de *DALYs*

A expectativa de vida com saúde (E) e o número de *DALYs* foram estimados através de uma simulação, baseada em dados sobre 43 pacientes portadores de mielite associada à infecção pelo HTLV-1 (ARAÚJO et. al., 1995), a partir das equações (2) e (6); ambos os indicadores foram calculados por sexo e faixa etária.

Com exceção das estimativas dos pesos D, relativos à severidade da incapacitação funcional, os valores dos demais parâmetros foram os mesmos utilizados por Murray e Lopez (1996a).

3.4 Aspectos Éticos

Os especialistas participaram do presente estudo mediante a respectiva anuência, formalmente manifestada através do termo de consentimento livre e esclarecido, elaborado de acordo com a legislação vigente (Brasil, 1996).

Os riscos potenciais, individuais e coletivos, envolvidos neste estudo, são mínimos, se existentes. Entende-se ser o estudo em questão relevante, pois seus resultados poderão ser utilizados em avaliações individuais e populacionais, no âmbito clínico e assistencial ou no da saúde coletiva.

4 RESULTADOS

4.1 Estrutura do Modelo

4.1.1 Funções de Pertinência aos Subconjuntos *Fuzzy*

As funções de pertinência aos conjuntos *fuzzy* M_i, F_j, S_k e I_l, tal como definidas pelos especialistas, são apresentadas nas tabelas 5, 6, 7, e 8, e suas respectivas representações gráficas, nas figuras 3 a 14.

Em todos os conjuntos *fuzzy*, independentemente da dimensão e do especialista, ao menos um dos elementos pertencentes aos seus respectivos suportes[1] apresentaram máxima pertinência, igual a 1,0; lito os caracteriza como conjuntos *fuzzy* normais. Conseqüentemente, todos os conjuntos *fuzzy* por ora considerados apresentaram altura[2] igual a 1,0.

Todos os conjuntos *fuzzy* aqui apresentados são também do tipo convexo, na medida em que satisfazem a condição expressa pela desigualdade

$$\mu_A(\lambda \boldsymbol{r} + (1-\lambda)\boldsymbol{s}) \geq \boldsymbol{min}\left[\mu_A(\boldsymbol{r}), \mu_A(\boldsymbol{s})\right] \quad (25)$$

para todos os valores de $\boldsymbol{r}, \boldsymbol{s} \in \boldsymbol{R}^n$ e de $\lambda \in [0,1]$ (KLIR e FOLGER, 1988), onde A representa um conjunto *fuzzy* qualquer.

Observa-se um predomínio de funções de pertinência com formato trapezoidal, caracterizadas por um intervalo de valores da escala de avaliação com pertinência máxima a um conjunto *fuzzy* particular, o qual corresponde ao seu

---

[1] O suporte de um conjunto *fuzzy* A, definido no universo X, é o conjunto *crisp* que contém todos os elementos de X que apresentam grau de pertinência maior que zero, com relação a A (KLIR e FOLGER, 1988), ou seja

$$\text{supp}A=\{x \in X \mid \mu_A(x)>0\} \quad (26).$$

[2] A altura de um conjunto *fuzzy* é determinada pelo maior grau de pertinência associado a qualquer um dos seus elementos; um conjunto *fuzzy* normalizado apresenta, necessariamente, altura igual a 1,0 (KLIR e FOLGER, 1988).

cume[3]; o especialista B, em particular, definiu formas trapezoidais marcadamente simétricas.

Somente um dos especialistas (C) definiu funções de pertinência com outros formatos, triangulares e retangulares. Tais formas foram utilizadas na caracterização de conjuntos *fuzzy* representantes de categorias funcionais intermediárias de todas as dimensões, exceto a atividade física.

As formas retangulares, próprias dos conjuntos definidos com base na lógica binária convencional, foram usadas para caracterizar os conjuntos *fuzzy* que representavam os níveis funcionais das dimensões da mobilidade (M_5), da atividade física (F_4) e da atividade social (S_5) mais próximos da situação de saúde plena; tais conjuntos são iguais aos seus respectivos cumes, tendo em vista que todos os seus elementos apresentam pertinência unitária.

Em duas ocasiões, o especialista C definiu conjuntos *fuzzy* adjacentes, cuja interseção foi um conjunto vazio, mais especificamente, os subconjuntos M_4 e M_5 (Figura 5) e S_2 e S_3 (Figura 11). Nestes casos, a transição da condição de não-pertinência para a de pertinência de determinados elementos na escala de avaliação ocorre de forma abrupta, passando imediatamente de zero a um, com relação aos subconjuntos *fuzzy* antecedente e subsequente. Isto representa uma delimitação precisa entre os conjuntos *fuzzy* envolvidos, segundo o especialista em questão.

---

[3] O cume de um conjunto *fuzzy A*, definido no universo e discurso *X*, é um subconjunto *crisp* composto pelos elementos pertencentes a *X*, com pertinência igual a um em *A* (OLIVEIRA Jr., 1999), de acordo com a expressão

$$\text{cume}\,(A) = \{x \in X \mid \mu_A(x) = 1\} \quad (27).$$

Nas demais situações, os especialistas expressaram graus de imprecisão variáveis ao definirem os conjuntos *fuzzy*, em todas as dimensões do conceito de saúde consideradas.

No que diz respeito às dimensões da mobilidade e da atividade social, o especialista C foi, comparativamente, mais pessimista em seus julgamentos. Os valores da escala de avaliação por ele associados aos conjuntos *fuzzy* M_2, M_3, M_4, S_2, S_3 e S_4, foram, via de regra, mais deslocados para a esquerda - ou seja , menores - do que aqueles definidos pelos outros especialistas. As diferenças ficam mais evidentes quando se leva em consideração somente os intervalos de valores característicos, ou seja, aqueles que têm grau de pertinência igual a um em relação aos conjuntos mencionados.

Já com relação à atividade física e ao grau de incapacitação, não se observou nenhum padrão sugestivo da presença de diferenças sistemáticas entre os julgamentos dos três especialistas.

Das quatro dimensões consideradas, a atividade física foi aquela na qual as funções de pertinência relativas aos respectivos conjuntos *fuzzy* apresentaram maior semelhança, e, também, a única composta por quatro conjuntos *fuzzy*. Em contrapartida, as dimensões da atividade social e da mobilidade apresentaram, aparentemente, maior variabilidade entre os três especialistas, em especial no que diz respeito aos conjuntos *fuzzy* intermediários, respectivamente M_2, M_3, M_4, e S_2, S_3 e S_4.

As funções de pertinência componentes do modelo agregado (de valores médios) apresentaram somente formas trapezoidais, em todas as quatro dimensões

consideradas (Tabela 9; Figuras 15 a 18); elas representam conjuntos *fuzzy* normais e convexos, tal como observado entre os especialistas, separadamente.

Tais funções apresentaram suportes compostos por intervalos de valores da escala de avaliação *fuzzy* intermediários, com relação aos das funções definidas pelos especialistas; estes intervalos foram delimitados por valores dispersos ao longo da escala de avaliação *fuzzy*. Tais padrões são coerentes, em se tratando de um modelo baseado em valores médios.

Tabela 5 - Funções de pertinência aos conjuntos *fuzzy* definidores da mobilidade, segundo especialistas

Especialista A	Especialista B	Especialista C
$M_1\begin{cases}1 & se\ x \le 0{,}5 \\ -0{,}5(x-2{,}5) & se\ 0{,}5 < x \le 2{,}5\end{cases}$	$M_1\begin{cases}1 & se\ x \le 2 \\ -1(x-3) & se\ 2 < x \le 3\end{cases}$	$M_1\begin{cases}1 & se\ x \le 1 \\ -1(x-2) & se\ 1 < x \le 2\end{cases}$
$M_2\begin{cases}2(x-2) & se\ 2 \le x < 2{,}5 \\ 1 & se\ 2{,}5 \le x \le 3{,}5 \\ -1(x-4{,}5) & se\ 3{,}5 < x \le 4{,}5\end{cases}$	$M_2\begin{cases}(x-2) & se\ 2 \le x < 3 \\ 1 & se\ 3 \le x \le 4 \\ -1(x-5) & se\ 4 < x \le 5\end{cases}$	$M_2\begin{cases}(x-1) & se\ 1 \le x < 2 \\ 1 & se\ x = 2 \\ -1(x-3) & se\ 2 < x \le 3\end{cases}$
$M_3\begin{cases}(x-3{,}5) & se\ 3{,}5 \le x < 4{,}5 \\ 1 & se\ 4{,}5 \le x \le 6 \\ -1(x-7) & se\ 6 < x \le 7\end{cases}$	$M_3\begin{cases}(x-4) & se\ 4 \le x < 5 \\ 1 & se\ 5 \le x \le 6{,}5 \\ -1(x-7{,}5) & se\ 6{,}5 < x \le 7{,}5\end{cases}$	$M_3\begin{cases}(x-2) & se\ 2 \le x < 3 \\ 1 & se\ 3 \le x \le 5 \\ -1(x-6) & se\ 5 < x \le 6\end{cases}$
$M_4\begin{cases}0{,}7(x-5{,}5) & se\ 5{,}5 \le x < 7 \\ 1 & se\ 7 \le x \le 8 \\ -2(x-8{,}5) & se\ 8 < x \le 8{,}5\end{cases}$	$M_4\begin{cases}2(x-7) & se\ 7 \le x < 7{,}5 \\ 1 & se\ 7{,}5 \le x \le 8{,}5 \\ -2(x-9) & se\ 8{,}5 < x \le 9\end{cases}$	$M_4\begin{cases}(x-5) & se\ 5 \le x < 6 \\ 1 & se\ 6 \le x \le 7 \\ -1(x-8) & se\ 7 < x \le 8\end{cases}$
$M_5\begin{cases}2(x-8) & se\ 8 \le x < 8{,}5 \\ 1 & se\ 8{,}5 \le x \le 10\end{cases}$	$M_5\begin{cases}2(x-8{,}5) & se\ 8{,}5 \le x < 9 \\ 1 & se\ 9 \le x \le 10\end{cases}$	$M_5\{1\ se\ 8 \le x \le 10$

Tabela 6 - Funções de pertinência aos conjuntos *fuzzy* definidores da atividade física, segundo especialistas

Especialista A	Especialista B	Especialista C
$F_1\begin{cases}1 & se\ y \le 1\\ -0{,}7(y-2{,}5) & se\ 1 < y \le 2{,}5\end{cases}$	$F_1\begin{cases}1 & se\ y \le 2{,}5\\ -2(y-3) & se\ 2{,}5 < y \le 3\end{cases}$	$F_1\begin{cases}1 & se\ y \le 2\\ -1(y-3) & se\ 2 < y \le 3\end{cases}$
$F_2\begin{cases}(y-2) & se\ 2 \le y < 3\\ 1 & se\ 3 \le y \le 5\\ -1(y-6) & se\ 5 < y \le 6\end{cases}$	$F_2\begin{cases}2(y-2{,}5) & se\ 2{,}5 \le y < 3\\ 1 & se\ 3 \le y \le 5\\ -2(y-5{,}5) & se\ 5 < y \le 5{,}5\end{cases}$	$F_2\begin{cases}(y-2) & se\ 2 \le y < 3\\ 1 & se\ 3 \le y \le 5\\ -1(y-6) & se\ 5 < y \le 6\end{cases}$
$F_3\begin{cases}(y-5) & se\ 5 \le y < 6\\ 1 & se\ 6 \le y \le 8{,}5\\ -2(y-9) & se\ 8{,}5 < y \le 9\end{cases}$	$F_3\begin{cases}2(y-5) & se\ 5 \le y < 5{,}5\\ 1 & se\ 5{,}5 \le y \le 7{,}5\\ -2(y-8) & se\ 7{,}5 < y \le 8\end{cases}$	$F_3\begin{cases}(y-5) & se\ 5 \le y < 6\\ 1 & se\ 6 \le y \le 8\\ -1(y-9) & se\ 8 < y \le 9\end{cases}$
$F_4\begin{cases}2(y-8{,}5) & se\ 8{,}5 \le y < 9\\ 1 & se\ 9 \le y \le 10\end{cases}$	$F_4\begin{cases}2(y-7{,}5) & se\ 7{,}5 \le y < 8\\ 1 & se\ 8 \le y \le 10\end{cases}$	$F_4\{1\ se\ 8 \le y \le 10$

Tabela 7 - Funções de pertinência aos conjuntos *fuzzy* definidores da atividade social, segundo especialistas

Especialista A	Especialista B	Especialista C
$S_1 \begin{cases} 1 & se\ z \le 2 \\ -1(z-3) & se\ 2 < z \le 3 \end{cases}$	$S_1 \begin{cases} 1 & se\ z \le 2 \\ -1(z-3) & se\ 2 < z \le 3 \end{cases}$	$S_1 \begin{cases} 1 & se\ z \le 1 \\ -1(z-2) & se\ 1 < z \le 2 \end{cases}$
$S_2 \begin{cases} (z-2{,}5) & se\ 2{,}5 \le z < 3{,}5 \\ 1 & se\ 3{,}5 \le z \le 5{,}5 \\ -1(z-6{,}5) & se\ 5{,}5 < z \le 6{,}5 \end{cases}$	$S_2 \begin{cases} (z-2) & se\ 2 \le z < 3 \\ 1 & se\ 3 \le z \le 4 \\ -1(z-5) & se\ 4 < z \le 5 \end{cases}$	$S_2 \begin{cases} (z-1) & se\ 1 \le z < 2 \\ 1 & se\ z = 2 \\ -1(z-3) & se\ 2 < z \le 3 \end{cases}$
$S_3 \begin{cases} (z-5{,}5) & se\ 5{,}5 \le z < 6{,}5 \\ 1 & se\ 6{,}5 \le z \le 8 \\ -2(z-8{,}5) & se\ 8 < z \le 8{,}5 \end{cases}$	$S_3 \begin{cases} (z-4) & se\ 4 \le z < 5 \\ 1 & se\ 5 \le z \le 6{,}5 \\ -1(z-7{,}5) & se\ 6{,}5 < z \le 7{,}5 \end{cases}$	$S_3 \begin{cases} 1 & se\ 3 \le z \le 5 \\ -1(z-6) & se\ 5 < z \le 6 \end{cases}$
$S_4 \begin{cases} (z-7{,}5) & se\ 7{,}5 \le z < 8{,}5 \\ 1 & se\ 8{,}5 \le z \le 9 \\ -2(z-9{,}5) & se\ 9 < z \le 9{,}5 \end{cases}$	$S_4 \begin{cases} 2(z-7) & se\ 7 \le z < 7{,}5 \\ 1 & se\ 7{,}5 \le z \le 8{,}5 \\ -2(z-9) & se\ 8{,}5 < z \le 9 \end{cases}$	$S_4 \begin{cases} (z-5) & se\ 5 \le z < 6 \\ 1 & se\ 6 \le z \le 8 \\ -1(z-9) & se\ 8 < z \le 9 \end{cases}$
$S_5 \begin{cases} (z-8{,}5) & se\ 8{,}5 \le z < 9{,}5 \\ 1 & se\ 9{,}5 \le z \le 10 \end{cases}$	$S_5 \begin{cases} 2(z-8{,}5) & se\ 8{,}5 \le z < 9 \\ 1 & se\ 9 \le z \le 10 \end{cases}$	$S_5 \begin{cases} (z-8) & se\ 8 \le z < 9 \\ 1 & se\ 9 \le z \le 10 \end{cases}$

Tabela 8 - Funções de pertinência aos conjuntos *fuzzy* definidores do grau de incapacitação, segundo especialistas

Especialista A	**Especialista B**	**Especialista C**
$I_1\begin{cases}1 & se\ v \le 1\\ -0{,}5(v-3) & se\ 1 < v \le 3\end{cases}$	$I_1\begin{cases}1 & se\ v \le 2\\ -2(v-2{,}5) & se\ 2 < v \le 2{,}5\end{cases}$	$I_1\begin{cases}1 & se\ v \le 1\\ -1(v-2) & se\ 1 < v \le 2\end{cases}$
$I_2\begin{cases}2(v-1{,}5) & se\ 1{,}5 \le v < 2\\ 1 & se\ 2 \le v \le 3\\ -0{,}7(v-4{,}5) & se\ 3 < v \le 4{,}5\end{cases}$	$I_2\begin{cases}2(v-2) & se\ 2 \le v < 2{,}5\\ 1 & se\ 2{,}5 \le v \le 4\\ -2(v-4{,}5) & se\ 4 < v \le 4{,}5\end{cases}$	$I_2\begin{cases}(v-1) & se\ 1 \le v < 2\\ 1 & se\ 2 \le v \le 4\\ -1(v-5) & se\ 4 < v \le 5\end{cases}$
$I_3\begin{cases}2(v-3{,}5) & se\ 3{,}5 \le v < 4\\ 1 & se\ 4 \le v \le 5{,}5\\ -1(v-6{,}5) & se\ 5{,}5 < v \le 6{,}5\end{cases}$	$I_3\begin{cases}2(v-4) & se\ 4 \le v < 4{,}5\\ 1 & se\ 4{,}5 \le v \le 6\\ -2(v-6{,}5) & se\ 6 < v \le 6{,}5\end{cases}$	$I_3\begin{cases}(v-4) & se\ 4 \le v < 5\\ 1 & se\ v = 5\\ -0{,}5(v-7) & se\ 5 < v \le 7\end{cases}$
$I_4\begin{cases}2(v-5{,}5) & se\ 5{,}5 \le v < 6\\ 1 & se\ 6 \le v \le 7{,}5\\ -0{,}7(v-9) & se\ 7{,}5 < v \le 9\end{cases}$	$I_4\begin{cases}2(v-6) & se\ 6 \le v < 6{,}5\\ 1 & se\ 6{,}5 \le v \le 8\\ -2(v-8{,}5) & se\ 8 < v \le 8{,}5\end{cases}$	$I_4\begin{cases}(v-6) & se\ 6 \le v < 7\\ 1 & se\ v = 7\\ -0{,}3(v-10) & se\ 7 < v \le 10\end{cases}$
$I_5\begin{cases}2(v-8{,}5) & se\ 8{,}5 \le v < 9\\ 1 & se\ 9 \le v \le 10\end{cases}$	$I_5\begin{cases}2(v-8) & se\ 8 \le v < 8{,}5\\ 1 & se\ 8{,}5 \le v \le 10\end{cases}$	$I_5\{1\ se\ 9 \le v \le 10$

Figura 3 - Funções de pertinência aos conjuntos *fuzzy* pertencentes à dimensão da mobilidade, especialista A

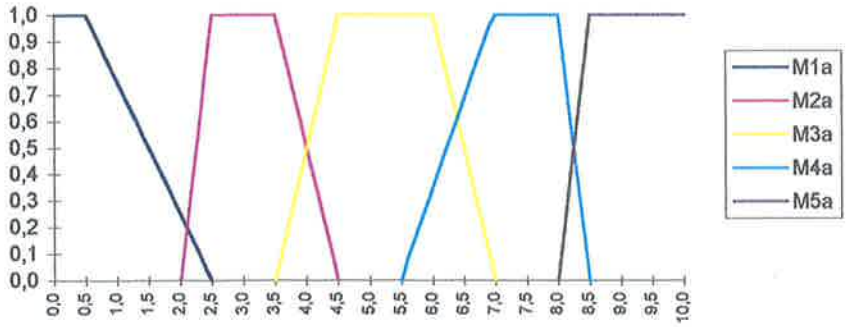


Figura 4 - Funções de pertinência aos conjuntos *fuzzy* pertencentes à dimensão da mobilidade, especialista B

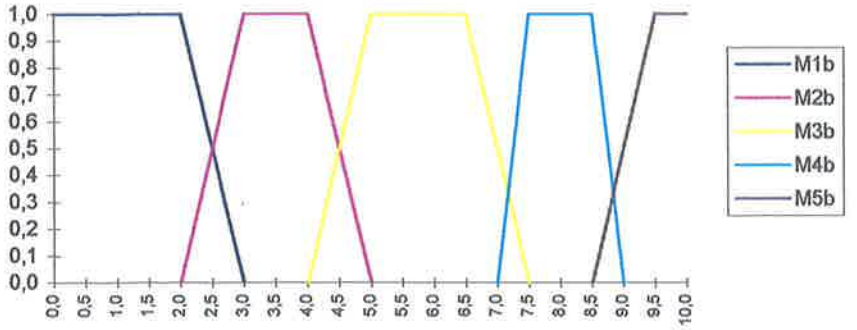


Figura 5 - Funções de pertinência aos conjuntos *fuzzy* pertencentes à dimensão da mobilidade, especialista C

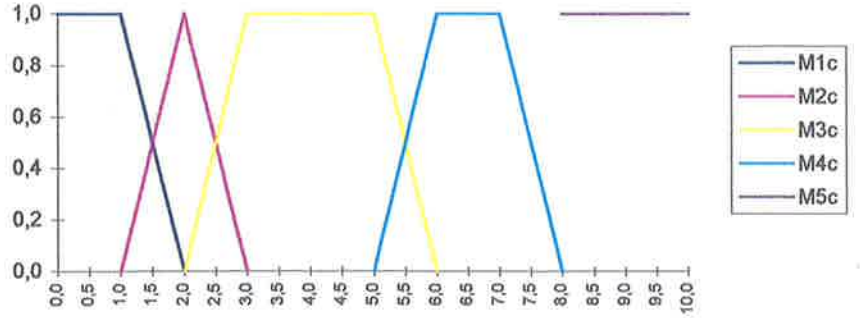


Figura 6 - Funções de pertinência aos conjuntos *fuzzy* pertencentes à dimensão da atividade física, especialista A

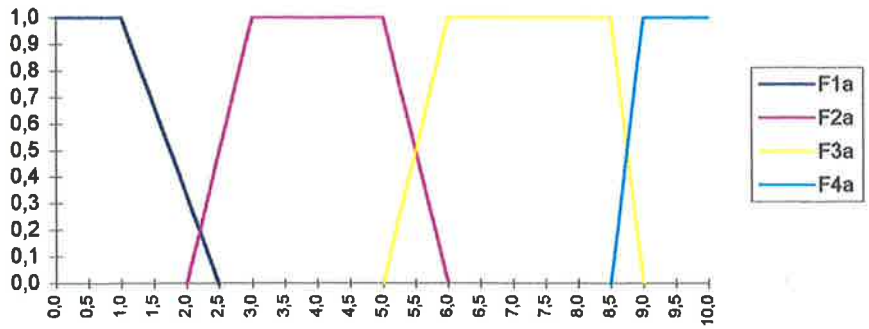


Figura 7 - Funções de pertinência aos conjuntos *fuzzy* pertencentes à dimensão da atividade física, especialista B

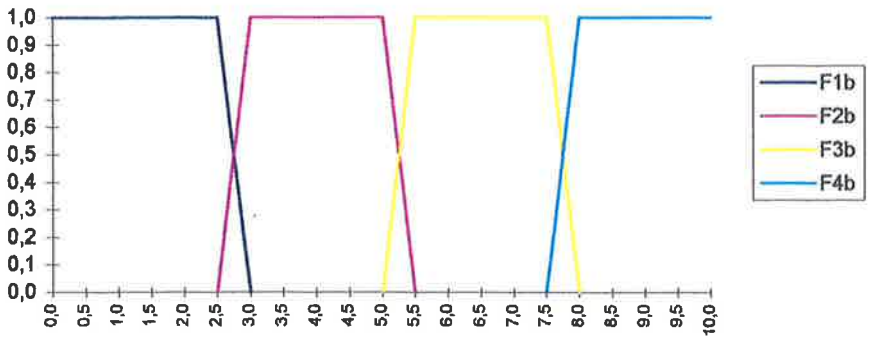


Figura 8 - Funções de pertinência aos conjuntos *fuzzy* pertencentes à dimensão da atividade física, especialista C

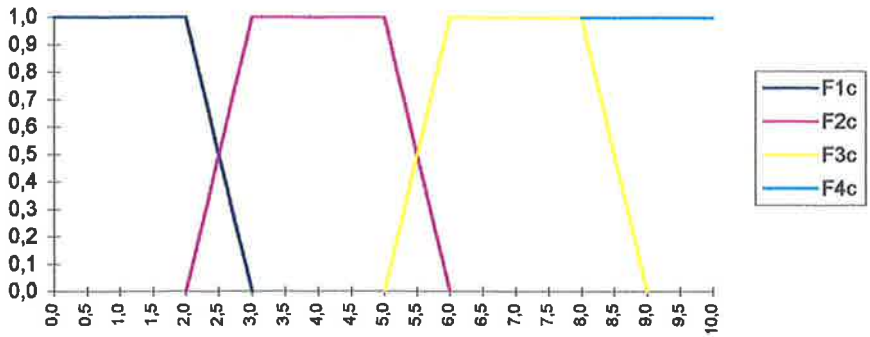


Figura 9 - Funções de pertinência aos conjuntos *fuzzy* pertencentes à dimensão da atividade social, especialista A

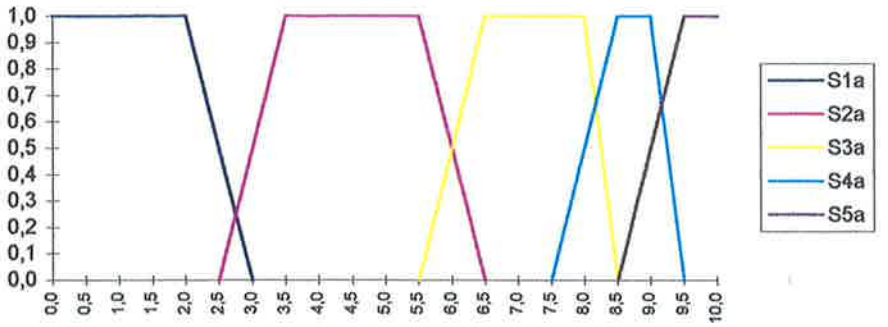


Figura 10 - Funções de pertinência aos conjuntos *fuzzy* pertencentes à dimensão da atividade social, especialista B

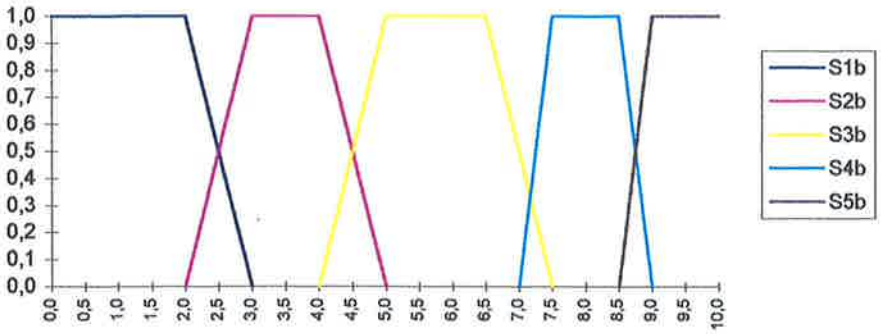


Figura 11 - Funções de pertinência aos conjuntos *fuzzy* pertencentes à dimensão da atividade social, especialista C

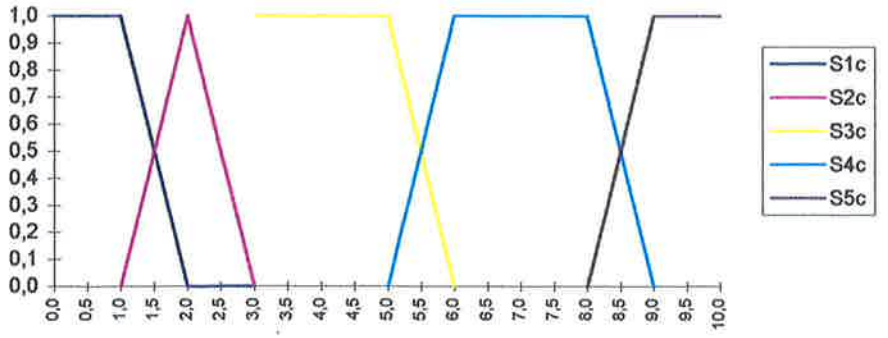


Figura 12 - Funções de pertinência aos conjuntos *fuzzy* pertencentes à dimensão do grau de incapacitação, especialista A

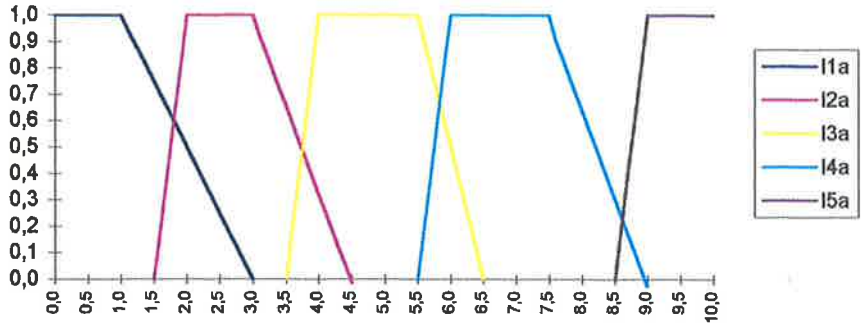


Figura 13 - Funções de pertinência aos conjuntos *fuzzy* pertencentes à dimensão do grau de incapacitação, especialista B

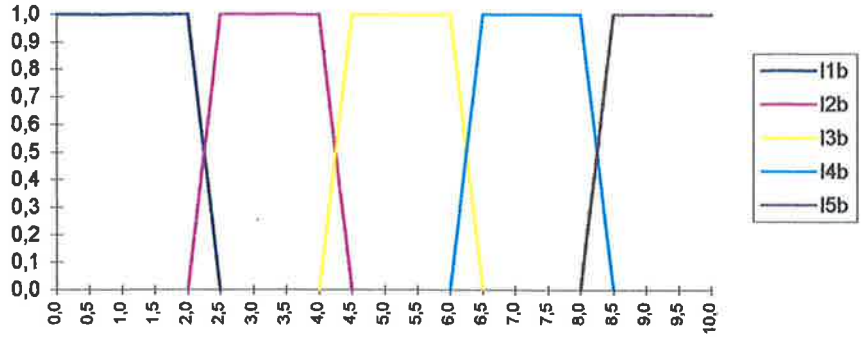


Figura 14 - Funções de pertinência aos conjuntos *fuzzy* pertencentes à dimensão do grau de incapacitação, especialista C

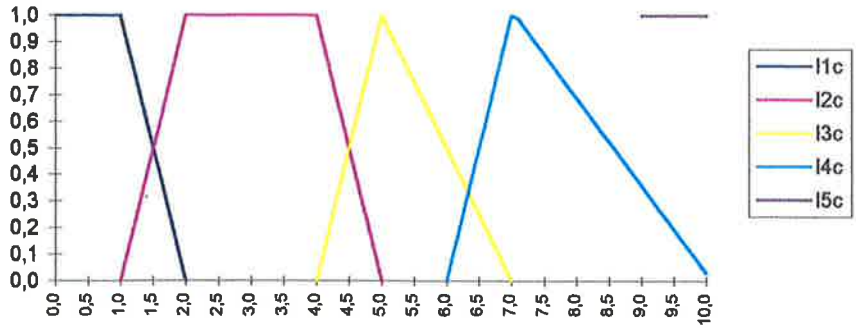


Tabela 9 - Funções de pertinência aos conjuntos *fuzzy* definidores da mobilidade, atividade física, atividade social e do grau de incapacitação, modelo agregado (valores médios)

Mobilidade

$$M_1\begin{cases}1 & se\ x \le 1{,}2\\ -0{,}7(x-2{,}5) & se\ 1{,}2 < x \le 2{,}5\end{cases}$$

$$M_2\begin{cases}1{,}2(x-1{,}7) & se\ 1{,}7 \le x < 2{,}5\\ 1 & se\ 2{,}5 \le x \le 3{,}2\\ -1(x-4{,}2) & se\ 3{,}2 < x \le 4{,}2\end{cases}$$

$$M_3\begin{cases}(x-3{,}2) & se\ 3{,}2 \le x < 4{,}2\\ 1 & se\ 4{,}2 \le x \le 5{,}8\\ -1(x-6{,}8) & se\ 5{,}8 < x \le 6{,}8\end{cases}$$

$$M_4\begin{cases}(x-5{,}8) & se\ 5{,}8 \le x < 6{,}8\\ 1 & se\ 6{,}8 \le x \le 7{,}8\\ -1{,}5(x-8{,}5) & se\ 7{,}8 < x \le 8{,}5\end{cases}$$

$$M_5\begin{cases}3(x-8{,}2) & se\ 8{,}2 \le x < 8{,}5\\ 1 & se\ 8{,}5 \le x \le 10\end{cases}$$

Atividade física

$$F_1\begin{cases}1 & se\ y \le 1{,}8\\ -1(y-2{,}8) & se\ 1{,}8 < y \le 2{,}8\end{cases}$$

$$F_2\begin{cases}1{,}2(y-2{,}2) & se\ 2{,}2 \le y < 3\\ 1 & se\ 3 \le y \le 5\\ -1{,}2(y-5{,}8) & se\ 5 < y \le 5{,}8\end{cases}$$

$$F_3\begin{cases}1{,}2(y-5) & se\ 5 \le y < 5{,}8\\ 1 & se\ 5{,}8 \le y \le 8{,}0\\ -1{,}5(y-8{,}7) & se\ 8{,}0 < y \le 8{,}7\end{cases}$$

$$F_4\begin{cases}3(y-8) & se\ 8 \le y < 8{,}3\\ 1 & se\ 8{,}3 \le y \le 10\end{cases}$$

Atividade social

$$S_1\begin{cases}1 & se\ z \le 1{,}7\\ -1(z-2{,}7) & se\ 1{,}7 < z \le 2{,}7\end{cases}$$

$$S_2\begin{cases}(z-1{,}8) & se\ 1{,}8 \le z < 2{,}8\\ 1 & se\ 2{,}8 \le z \le 3{,}8\\ -1(z-4{,}8) & se\ 3{,}8 < z \le 4{,}8\end{cases}$$

$$S_3\begin{cases}1{,}5(z-4{,}2) & se\ 4{,}2 \le z < 4{,}8\\ 1 & se\ 4{,}8 \le z \le 6{,}5\\ -1{,}2(z-7{,}3) & se\ 6{,}5 < z \le 7{,}3\end{cases}$$

$$S_4\begin{cases}1{,}2(z-6{,}5) & se\ 6{,}5 \le z < 7{,}3\\ 1 & se\ 7{,}3 \le z \le 8{,}5\\ -1{,}5(z-9{,}2) & se\ 8{,}5 < z \le 9{,}2\end{cases}$$

$$S_5\begin{cases}1{,}2(z-8{,}3) & se\ 8{,}3 \le z < 9{,}2\\ 1 & se\ 9{,}2 \le z \le 10\end{cases}$$

Grau de incapacitação

$$I_1\begin{cases}1 & se\ v \le 1{,}3\\ -0{,}9(v-2{,}5) & se\ 1{,}3 < v \le 2{,}5\end{cases}$$

$$I_2\begin{cases}1{,}5(v-1{,}5) & se\ 1{,}5 \le v < 2{,}2\\ 1 & se\ 2{,}2 \le v \le 3{,}7\\ -1(v-4{,}7) & se\ 3{,}7 < v \le 4{,}7\end{cases}$$

$$I_3\begin{cases}1{,}5(v-3{,}8) & se\ 3{,}8 \le v < 4{,}5\\ 1 & se\ 4{,}5 \le v \le 5{,}5\\ -0{,}9(v-6{,}7) & se\ 5{,}5 < v \le 6{,}7\end{cases}$$

$$I_4\begin{cases}1{,}5(v-5{,}8) & se\ 5{,}8 \le v < 6{,}5\\ 1 & se\ 6{,}5 \le v \le 7{,}5\\ -0{,}6(v-9{,}2) & se\ 7{,}5 < v \le 9{,}2\end{cases}$$

$$I_5\begin{cases}3(v-8{,}5) & se\ 8{,}5 \le v < 8{,}8\\ 1 & se\ 8{,}8 \le v \le 10\end{cases}$$

Figura 15 - Funções de pertinência aos conjuntos *fuzzy* pertencentes à dimensão da mobilidade, modelo agregado (valores médios)

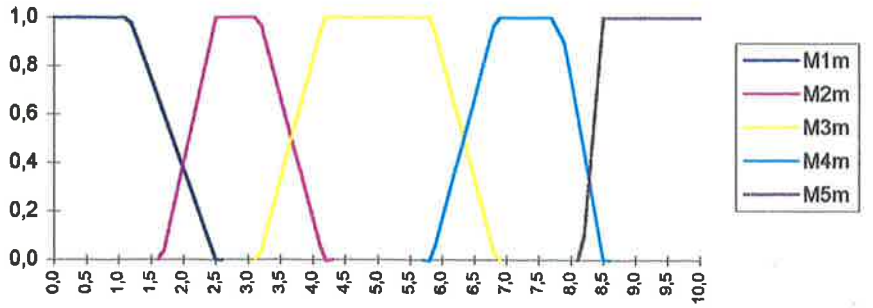


Figura 16 - Funções de pertinência aos conjuntos *fuzzy* pertencentes à dimensão da atividade física, modelo agregado (valores médios)

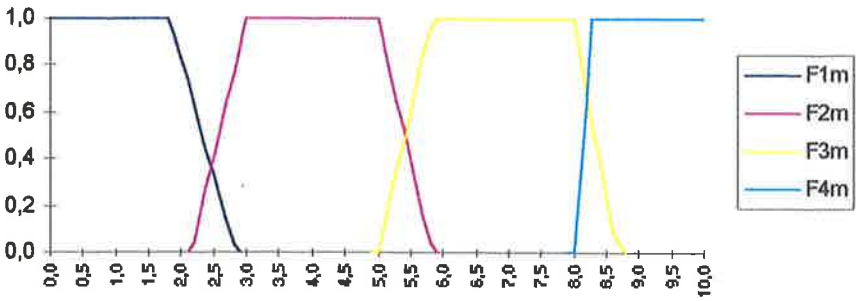


Figura 17 - Funções de pertinência aos conjuntos *fuzzy* pertencentes à dimensão da atividade social, modelo agregado (valores médios)

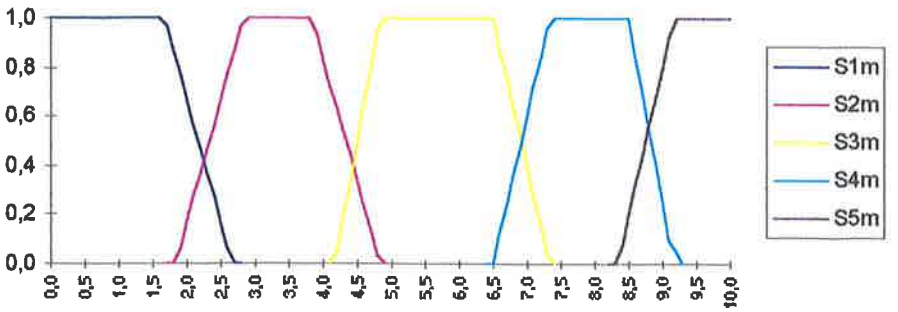
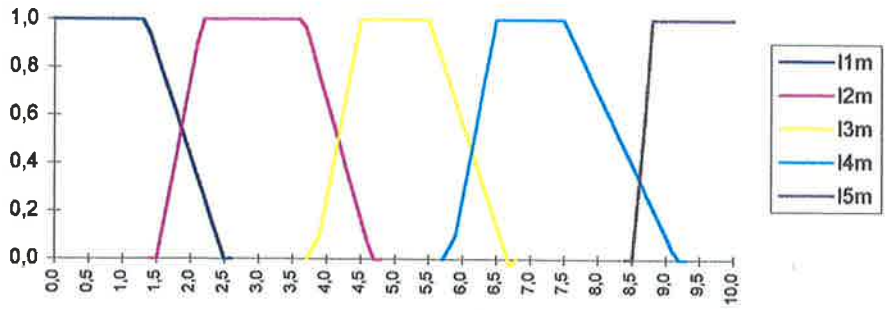


Figura 18 - Funções de pertinência aos conjuntos *fuzzy* pertencentes à dimensão do grau de incapacitação, modelo agregado (valores médios)



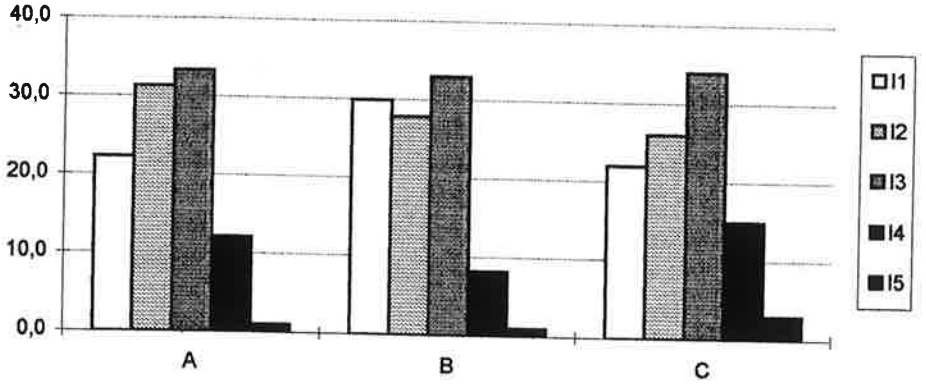
4.1.2 Regras *Fuzzy*

As regras *fuzzy*, tal como definidas pelos especialistas A, B e C, são apresentadas na tabela 10. Poucas foram as regras consideradas inverossímeis: uma pelo especialista A, quatro pelo B, e nenhuma pelo especialista C.

No modelo agregado foi introduzida uma regra a mais e, assim, o total das regras chegou a 101. As de número 32 e 101 têm, em comum, a mesma premissa, mas conseqüências distintas. Esta foi a única ocasião que resultou na duplicação de uma das regras apresentadas inicialmente aos especialistas, de acordo com os critérios estabelecidos.

Entre os três especialistas, predominaram as regras cujas partes conseqüentes corresponderam ao grau de incapacitação moderado, representado pelo conjunto I_3. O especialista C definiu, com mais freqüência, regras cujos graus de incapacitação foram considerados leves ou inexistentes (18%, contra cerca de13% e 9%, pelos especialistas A e B, respectivamente), representados pelos subconjuntos I_4 e I_5; em conseqüência, foi caracterizada como otimista. (Figura 19).

Figura 19 - Proporções de regras *fuzzy* segundo conjuntos descritores do grau de incapacitação



Em contrapartida, o especialista B foi considerado pessimista, pois empregou os conjuntos I_1 e I_2 em maior proporção (cerca de 58%, contra aproximadamente 53% e 48%, pelos especialistas A e C, respectivamente), para definir as partes conseqüentes das regras *fuzzy*; o especialista A ocupou uma posição intermediária

Tabela 10 - Regras fuzzy, com as partes conseqüentes definidas, segundo os especialistas A, B e C, e no modelo agregado

Regra		**Atividade social**		**Mobilidade**		**Atividade física**		**Grau de incapacitação**			
								Especialista A	Especialista B	Especialista C	M. Agregado
1	**Se**	S é S_5	**e**	M é M_5	**e**	F é F_4	**então**	I é I_5	I é I_5	I é I_5	I é I_5
2	**Se**	S é S_5	**e**	M é M_5	**e**	F é F_3	**então**	I é I_4	I é I_4	I é I_4	I é I_4
3	**Se**	S é S_5	**e**	M é M_5	**e**	F é F_2	**então**	I é I_3	I é I_3	I é I_3	I é I_3
4	**Se**	S é S_5	**e**	M é M_5	**e**	F é F_1	**então**	Não se aplica	I é I_2	I é I_2	I é I_2
5	**Se**	S é S_5	**e**	M é M_4	**e**	F é F_4	**então**	I é I_4	I é I_4	I é I_5	I é I_4
6	**Se**	S é S_5	**e**	M é M_4	**e**	F é F_3	**então**	I é I_4	I é I_3	I é I_4	I é I_4
7	**Se**	S é S_5	**e**	M é M_4	**e**	F é F_2	**então**	I é I_3	I é I_2	I é I_3	I é I_3
8	**Se**	S é S_5	**e**	M é M_4	**e**	F é F_1	**então**	I é I_2	I é I_1	I é I_2	I é I_2
9	**Se**	S é S_5	**e**	M é M_3	**e**	F é F_4	**então**	I é I_4	I é I_3	I é I_4	I é I_4
10	**Se**	S é S_5	**e**	M é M_3	**e**	F é F_3	**então**	I é I_3	I é I_3	I é I_3	I é I_3
11	**Se**	S é S_5	**e**	M é M_3	**e**	F é F_2	**então**	I é I_3	I é I_2	I é I_2	I é I_2
12	**Se**	S é S_5	**e**	M é M_3	**e**	F é F_1	**então**	I é I_2	I é I_1	I é I_1	I é I_1

Tabela 10 - Regras fuzzy, com as partes conseqüentes definidas, segundo os especialistas A, B e C, e no modelo agregado (continuação)

Regra		**Atividade social**		**Mobilidade**		**Atividade física**		**Grau de incapacitação**			
								Especialista A	Especialista B	Especialista C	M. Agregado
13	**Se**	S é S_5	**e**	M é M_2	**e**	F é F_4	**então**	I é I_3	I é I_4	I é I_4	I é I_4
14	**Se**	S é S_5	**e**	M é M_2	**e**	F é F_3	**então**	I é I_3	I é I_3	I é I_3	I é I_3
15	**Se**	S é S_5	**e**	M é M_2	**e**	F é F_2	**então**	I é I_2	I é I_2	I é I_2	I é I_2
16	**Se**	S é S_5	**e**	M é M_2	**e**	F é F_1	**então**	I é I_2	I é I_1	I é I_1	I é I_1
17	**Se**	S é S_5	**e**	M é M_1	**e**	F é F_4	**então**	I é I_3	I é I_3	I é I_4	I é I_3
18	**Se**	S é S_5	**e**	M é M_1	**e**	F é F_3	**então**	I é I_3	I é I_2	I é I_3	I é I_3
19	**Se**	S é S_5	**e**	M é M_1	**e**	F é F_2	**então**	I é I_2	I é I_1	I é I_2	I é I_2
20	**Se**	S é S_5	**e**	M é M_1	**e**	F é F_1	**então**	I é I_1	I é I_1	I é I_1	I é I_1

Legenda:

S_5: atividade social plena
S_4: atividade social pouco limitada
S_3: atividade social limitada
S_2: atividade social muito limitada
S_1: atividade social extremamente limitada

M_5: mobilidade plena
M_4: mobilidade pouco limitada
M_3: mobilidade limitada
M_2: mobilidade muito limitada
M_1: mobilidade extremamente limitada

F_4: atividade física plena
F_3: atividade física pouco limitada
F_2: atividade física muito limitada
F_1: atividade física extremamente limitada

I_5: nenhum grau de incapacitação
I_4: grau de incapacitação leve
I_3: grau de incapacitação moderado
I_2: grau de incapacitação elevado
I_1: grau de incapacitação muito elevado

Tabela 10 - Regras fuzzy, com as partes conseqüentes definidas, segundo os especialistas A, B e C, e no modelo agregado (continuação)

Regra		Atividade social		Mobilidade		Atividade física		Grau de incapacitação			
								Especialista A	Especialista B	Especialista C	M. Agregado
21	**Se**	S é S_4	**e**	M é M_5	**e**	F é F_4	**então**	I é I_4	I é I_4	I é I_5	I é I_4
22	**Se**	S é S_4	**e**	M é M_5	**e**	F é F_3	**então**	I é I_4	I é I_3	I é I_4	I é I_4
23	**Se**	S é S_4	**e**	M é M_5	**e**	F é F_2	**então**	I é I_3	I é I_2	I é I_3	I é I_3
24	**Se**	S é S_4	**e**	M é M_5	**e**	F é F_1	**então**	I é I_3	I é I_1	I é I_2	I é I_2
25	**Se**	S é S_4	**e**	M é M_4	**e**	F é F_4	**então**	I é I_4	I é I_3	I é I_4	I é I_4
26	**Se**	S é S_4	**e**	M é M_4	**e**	F é F_3	**então**	I é I_4	I é I_2	I é I_3	I é I_3
27	**Se**	S é S_4	**e**	M é M_4	**e**	F é F_2	**então**	I é I_3	I é I_1	I é I_2	I é I_2
28	**Se**	S é S_4	**e**	M é M_4	**e**	F é F_1	**então**	I é I_2	I é I_1	I é I_1	I é I_1
29	**Se**	S é S_4	**e**	M é M_3	**e**	F é F_4	**então**	I é I_4	I é I_3	I é I_4	I é I_4
30	**Se**	S é S_4	**e**	M é M_3	**e**	F é F_3	**então**	I é I_3	I é I_2	I é I_3	I é I_3
31	**Se**	S é S_4	**e**	M é M_3	**e**	F é F_2	**então**	I é I_3	I é I_1	I é I_2	I é I_2
32	**Se**	S é S_4	**e**	M é M_3	**e**	F é F_1	**então**	I é I_2	Não se aplica	I é I_1	I é I_2

Tabela 10 - Regras fuzzy, com as partes conseqüentes definidas, segundo os especialistas A, B e C, e no modelo agregado (continuação)

Regra		**Atividade social**		**Mobilidade**		**Atividade física**		**Grau de incapacitação**			
								Especialista A	Especialista B	Especialista C	M. Agregado
33	**Se**	S é S_4	**e**	M é M_2	**e**	F é F_4	**então**	I é I_3	I é I_4	I é I_4	I é I_4
34	**Se**	S é S_4	**e**	M é M_2	**e**	F é F_3	**então**	I é I_3	I é I_3	I é I_3	I é I_3
35	**Se**	S é S_4	**e**	M é M_2	**e**	F é F_2	**então**	I é I_2	I é I_2	I é I_2	I é I_2
36	**Se**	S é S_4	**e**	M é M_2	**e**	F é F_1	**então**	I é I_1	I é I_1	I é I_1	I é I_1
37	**Se**	S é S_4	**e**	M é M_1	**e**	F é F_4	**então**	I é I_3	I é I_3	I é I_4	I é I_3
38	**Se**	S é S_4	**e**	M é M_1	**e**	F é F_3	**então**	I é I_3	I é I_3	I é I_3	I é I_3
39	**Se**	S é S_4	**e**	M é M_1	**e**	F é F_2	**então**	I é I_2	I é I_2	I é I_2	I é I_2
40	**Se**	S é S_4	**e**	M é M_1	**e**	F é F_1	**então**	I é I_1	I é I_1	I é I_1	I é I_1

Legenda:

S_5: atividade social plena
S_4: atividade social pouco limitada
S_3: atividade social limitada
S_2: atividade social muito limitada
S_1: atividade social extremamente limitada

M_5: mobilidade plena
M_4: mobilidade pouco limitada
M_3: mobilidade limitada
M_2: mobilidade muito limitada
M_1: mobilidade extremamente limitada

F_4: atividade física plena
F_3: atividade física pouco limitada
F_2: atividade física muito limitada
F_1: atividade física extremamente limitada

I_5: nenhum grau de incapacitação
I_4: grau de incapacitação leve
I_3: grau de incapacitação moderado
I_2: grau de incapacitação elevado
I_1: grau de incapacitação muito elevado

Tabela 10 - Regras fuzzy, com as partes conseqüentes definidas, segundo os especialistas A, B e C, e no modelo agregado (continuação)

Regra		**Atividade social**		**Mobilidade**		**Atividade física**		**Grau de incapacitação**			
								Especialista A	Especialista B	Especialista C	M. Agregado
41	**Se**	S é S_3	**e**	M é M_5	**e**	F é F_4	**então**	I é I_4	I é I_3	I é I_4	I é I_4
42	**Se**	S é S_3	**e**	M é M_5	**e**	F é F_3	**então**	I é I_4	I é I_2	I é I_3	I é I_3
43	**Se**	S é S_3	**e**	M é M_5	**e**	F é F_2	**então**	I é I_3	I é I_1	I é I_2	I é I_2
44	**Se**	S é S_3	**e**	M é M_5	**e**	F é F_1	**então**	I é I_2	I é I_1	I é I_1	I é I_1
45	**Se**	S é S_3	**e**	M é M_4	**e**	F é F_4	**então**	I é I_4	I é I_3	I é I_4	I é I_4
46	**Se**	S é S_3	**e**	M é M_4	**e**	F é F_3	**então**	I é I_3	I é I_2	I é I_3	I é I_3
47	**Se**	S é S_3	**e**	M é M_4	**e**	F é F_2	**então**	I é I_3	I é I_1	I é I_2	I é I_2
48	**Se**	S é S_3	**e**	M é M_4	**e**	F é F_1	**então**	I é I_2	I é I_1	I é I_1	I é I_1
49	**Se**	S é S_3	**e**	M é M_3	**e**	F é F_4	**então**	I é I_3	I é I_3	I é I_4	I é I_3
50	**Se**	S é S_3	**e**	M é M_3	**e**	F é F_3	**então**	I é I_3	I é I_2	I é I_3	I é I_3
51	**Se**	S é S_3	**e**	M é M_3	**e**	F é F_2	**então**	I é I_2	I é I_1	I é I_2	I é I_2
52	**Se**	S é S_3	**e**	M é M_3	**e**	F é F_1	**então**	I é I_1	I é I_1	I é I_1	I é I_1

Tabela 10 - Regras fuzzy, com as partes conseqüentes definidas, segundo os especialistas A, B e C, e no modelo agregado (continuação)

Regra		Atividade social		Mobilidade		Atividade física		Grau de incapacitação			
								Especialista A	Especialista B	Especialista C	M. Agregado
53	**Se**	S é S_3	**e**	M é M_2	**e**	F é F_4	**então**	I é I_3	I é I_3	I é I_3	I é I_3
54	**Se**	S é S_3	**e**	M é M_2	**e**	F é F_3	**então**	I é I_3	I é I_3	I é I_3	I é I_3
55	**Se**	S é S_3	**e**	M é M_2	**e**	F é F_2	**então**	I é I_2	I é I_2	I é I_2	I é I_2
56	**Se**	S é S_3	**e**	M é M_2	**e**	F é F_1	**então**	I é I_1	I é I_1	I é I_1	I é I_1
57	**Se**	S é S_3	**e**	M é M_1	**e**	F é F_4	**então**	I é I_3	I é I_3	I é I_3	I é I_3
58	**Se**	S é S_3	**e**	M é M_1	**e**	F é F_3	**então**	I é I_2	I é I_3	I é I_3	I é I_3
59	**Se**	S é S_3	**e**	M é M_1	**e**	F é F_2	**então**	I é I_2	I é I_2	I é I_2	I é I_2
60	**Se**	S é S_3	**e**	M é M_1	**e**	F é F_1	**então**	I é I_1	I é I_1	I é I_1	I é I_1

Legenda:

S_5: atividade social plena
S_4: atividade social pouco limitada
S_3: atividade social limitada
S_2: atividade social muito limitada
S_1: atividade social extremamente limitada

M_5: mobilidade plena
M_4: mobilidade pouco limitada
M_3: mobilidade limitada
M_2: mobilidade muito limitada
M_1: mobilidade extremamente limitada

F_4: atividade física plena
F_3: atividade física pouco limitada
F_2: atividade física muito limitada
F_1: atividade física extremamente limitada

I_5: nenhum grau de incapacitação
I_4: grau de incapacitação leve
I_3: grau de incapacitação moderado
I_2: grau de incapacitação elevado
I_1: grau de incapacitação muito elevado

Tabela 10 - Regras fuzzy, com as partes conseqüentes definidas, segundo os especialistas A, B e C, e no modelo agregado (continuação)

Regra		**Atividade social**		**Mobilidade**		**Atividade física**		**Grau de incapacitação**			
								Especialista A	Especialista B	Especialista C	M. Agregado
61	**Se**	S é S_2	**e**	M é M_5	**e**	F é F_4	**então**	I é I_3	I é I_4	I é I_4	I é I_4
62	**Se**	S é S_2	**e**	M é M_5	**e**	F é F_3	**então**	I é I_3	I é I_3	I é I_3	I é I_3
63	**Se**	S é S_2	**e**	M é M_5	**e**	F é F_2	**então**	I é I_3	I é I_2	I é I_2	I é I_2
64	**Se**	S é S_2	**e**	M é M_5	**e**	F é F_1	**então**	I é I_2	I é I_1	I é I_1	I é I_1
65	**Se**	S é S_2	**e**	M é M_4	**e**	F é F_4	**então**	I é I_3	I é I_3	I é I_4	I é I_3
66	**Se**	S é S_2	**e**	M é M_4	**e**	F é F_3	**então**	I é I_3	I é I_3	I é I_3	I é I_3
67	**Se**	S é S_2	**e**	M é M_4	**e**	F é F_2	**então**	I é I_2	I é I_2	I é I_2	I é I_2
68	**Se**	S é S_2	**e**	M é M_4	**e**	F é F_1	**então**	I é I_2	I é I_1	I é I_1	I é I_1
69	**Se**	S é S_2	**e**	M é M_3	**e**	F é F_4	**então**	I é I_3	I é I_3	I é I_3	I é I_3
70	**Se**	S é S_2	**e**	M é M_3	**e**	F é F_3	**então**	I é I_2	I é I_3	I é I_3	I é I_3
71	**Se**	S é S_2	**e**	M é M_3	**e**	F é F_2	**então**	I é I_2	I é I_2	I é I_2	I é I_2
72	**Se**	S é S_2	**e**	M é M_3	**e**	F é F_1	**então**	I é I_1	I é I_1	I é I_1	I é I_1

Tabela 10 - Regras fuzzy, com as partes conseqüentes definidas, segundo os especialistas A, B e C, e no modelo agregado (continuação)

Regra		**Atividade social**		**Mobilidade**		**Atividade física**		**Grau de incapacitação**			
								Especialista A	Especialista B	Especialista C	M. Agregado
73	**Se**	S é S_2	**e**	M é M_2	**e**	F é F_4	**então**	I é I_3	I é I_3	I é I_3	I é I_3
74	**Se**	S é S_2	**e**	M é M_2	**e**	F é F_3	**então**	I é I_3	I é I_3	I é I_3	I é I_3
75	**Se**	S é S_2	**e**	M é M_2	**e**	F é F_2	**então**	I é I_1	I é I_2	I é I_2	I é I_2
76	**Se**	S é S_2	**e**	M é M_2	**e**	F é F_1	**então**	I é I_1	I é I_1	I é I_1	I é I_1
77	**Se**	S é S_2	**e**	M é M_1	**e**	F é F_4	**então**	I é I_2	I é I_2	I é I_3	I é I_2
78	**Se**	S é S_2	**e**	M é M_1	**e**	F é F_3	**então**	I é I_2	I é I_2	I é I_3	I é I_2
79	**Se**	S é S_2	**e**	M é M_1	**e**	F é F_2	**então**	I é I_1	I é I_1	I é I_2	I é I_1
80	**Se**	S é S_2	**e**	M é M_1	**e**	F é F_1	**então**	I é I_1	Não se aplica	I é I_1	I é I_1

Legenda:

S_5: atividade social plena
S_4: atividade social pouco limitada
S_3: atividade social limitada
S_2: atividade social muito limitada
S_1: atividade social extremamente limitada

M_5: mobilidade plena
M_4: mobilidade pouco limitada
M_3: mobilidade limitada
M_2: mobilidade muito limitada
M_1: mobilidade extremamente limitada

F_4: atividade física plena
F_3: atividade física pouco limitada
F_2: atividade física muito limitada
F_1: atividade física extremamente limitada

I_5: nenhum grau de incapacitação
I_4: grau de incapacitação leve
I_3: grau de incapacitação moderado
I_2: grau de incapacitação elevado
I_1: grau de incapacitação muito elevado

Tabela 10 - Regras fuzzy, com as partes conseqüentes definidas, segundo os especialistas A, B e C, e no modelo agregado (continuação)

Regra		Atividade social		Mobilidade		Atividade física		Grau de incapacitação			
								Especialista A	Especialista B	Especialista C	M. Agregado
81	**Se**	S é S_1	**e**	M é M_5	**e**	F é F_4	**então**	I é I_2	I é I_4	I é I_3	I é I_3
82	**Se**	S é S_1	**e**	M é M_5	**e**	F é F_3	**então**	I é I_2	I é I_3	I é I_3	I é I_3
83	**Se**	S é S_1	**e**	M é M_5	**e**	F é F_2	**então**	I é I_1	I é I_2	I é I_2	I é I_2
84	**Se**	S é S_1	**e**	M é M_5	**e**	F é F_1	**então**	I é I_1	I é I_1	I é I_1	I é I_1
85	**Se**	S é S_1	**e**	M é M_4	**e**	F é F_4	**então**	I é I_2	I é I_4	I é I_3	I é I_3
86	**Se**	S é S_1	**e**	M é M_4	**e**	F é F_3	**então**	I é I_2	I é I_3	I é I_3	I é I_3
87	**Se**	S é S_1	**e**	M é M_4	**e**	F é F_2	**então**	I é I_1	I é I_2	I é I_2	I é I_2
88	**Se**	S é S_1	**e**	M é M_4	**e**	F é F_1	**então**	I é I_1	I é I_1	I é I_1	I é I_1
89	**Se**	S é S_1	**e**	M é M_3	**e**	F é F_4	**então**	I é I_2	I é I_3	I é I_3	I é I_3
90	**Se**	S é S_1	**e**	M é M_3	**e**	F é F_3	**então**	I é I_2	I é I_2	I é I_3	I é I_2
91	**Se**	S é S_1	**e**	M é M_3	**e**	F é F_2	**então**	I é I_1	I é I_2	I é I_2	I é I_2
92	**Se**	S é S_1	**e**	M é M_3	**e**	F é F_1	**então**	I é I_1	I é I_1	I é I_1	I é I_1

Tabela 10 - Regras fuzzy, com as partes conseqüentes definidas, segundo os especialistas A, B e C, e no modelo agregado (continuação)

Regra		Atividade social		Mobilidade		Atividade física		Grau de incapacitação			
								Especialista A	Especialista B	Especialista C	M. Agregado
93	**Se**	S é S_1	**e**	M é M_2	**e**	F é F_4	**então**	I é I_2	I é I_3	I é I_3	I é I_3
94	**Se**	S é S_1	**e**	M é M_2	**e**	F é F_3	**então**	I é I_2	I é I_3	I é I_3	I é I_3
95	**Se**	S é S_1	**e**	M é M_2	**e**	F é F_2	**então**	I é I_1	I é I_2	I é I_2	I é I_2
96	**Se**	S é S_1	**e**	M é M_2	**e**	F é F_1	**então**	I é I_1	I é I_1	I é I_1	I é I_1
97	**Se**	S é S_1	**e**	M é M_1	**e**	F é F_4	**então**	I é I_2	I é I_3	I é I_3	I é I_3
98	**Se**	S é S_1	**e**	M é M_1	**e**	F é F_3	**então**	I é I_1	I é I_2	I é I_2	I é I_2
99	**Se**	S é S_1	**e**	M é M_1	**e**	F é F_2	**então**	I é I_1	I é I_1	I é I_2	I é I_1
100	**Se**	S é S_1	**e**	M é M_1	**e**	F é F_1	**então**	I é I_1	Não se aplica	I é I_1	I é I_1
101 *	**Se**	S é S_4	**e**	M é M_3	**e**	F é F_1	**então**				I é I_1

* As regras 101 e 32 são compostas pela mesma parte antecedente

Legenda:

S_5: atividade social plena
S_4: atividade social pouco limitada
S_3: atividade social limitada
S_2: atividade social muito limitada
S_1:atividade social extremamente limitada

M_5: mobilidade plena
M_4: mobilidade pouco limitada
M_3: mobilidade limitada
M_2: mobilidade muito limitada
M_1: mobilidade extremamente limitada

F_4: atividade física plena
F_3: atividade física pouco limitada
F_2: atividade física muito limitada
F_1: atividade física extremamente limitada

I_5: nenhum grau de incapacitação
I_4: grau de incapacitação leve
I_3: grau de incapacitação moderado
I_2: grau de incapacitação elevado
I_1: grau de incapacitação muito elevado

4.2 Avaliação dos Níveis Funcionais das Dimensões Definidoras do Grau de Incapacitação

Os valores atribuídos pelos especialistas aos níveis funcionais, na escala de avaliação *fuzzy*, e seus respectivos graus de pertinência aos conjuntos *fuzzy* definidores do grau de incapacitação (tabela 11), são apresentados nas tabelas 12 a 15, assim como os resultados referentes ao modelo agregado, de valores médios.

Tabela 11 - Conjuntos *fuzzy* definidores do grau de incapacitação

Nível funcional	Mobilidade	Atividade Física	Atividade Social
5	Deslocou-se livremente		Executou as atividades principais e outras
4	Deslocou-se com dificuldade	Andou livremente	Executou as atividades principais; praticou as outras atividades, mas com limitações.
3	Em casa	Andou com limitações	Executou as atividades principais, porém com limitações
2	No hospital	Moveu-se independentemente em uma cadeira de rodas	Não executou as atividades principais, mas executou atividades de cuidado de si mesmo e de higiene pessoal
1	Em uma unidade de cuidados especiais	Manteve-se acamado, ou em uma cadeira	Precisou de assistência (auxílio, ajuda) para executar atividades de cuidado de si mesmo e para a higiene pessoal

Tabela 12 - Valores atribuídos pelo especialista A aos níveis funcionais, na escala de avaliação *fuzzy*, e seus respectivos graus de pertinência aos conjuntos *fuzzy* definidores do grau de incapacitação

	Mobilidade						**Atividade Física**					**Atividade Social**					
Nível	x	M_1	M_2	M_3	M_4	M_5	y	F_1	F_2	F_3	F_4	z	S_1	S_2	S_3	S_4	S_5
5	**10,0**	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0						**10,0**	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0
4	**7,0**	0,0	0,0	0,0	1,0	0,0	**10,0**	0,0	0,0	0,0	1,0	**8,0**	0,0	0,0	1,0	0,5	0,0
3	**5,0**	0,0	0,0	1,0	0,0	0,0	**6,0**	0,0	0,0	1,0	0,0	**5,0**	0,0	1,0	0,0	0,0	0,0
2	**2,0**	0,3	0,0	0,0	0,0	0,0	**4,0**	0,0	1,0	0,0	0,0	**2,0**	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0
1	**0,0**	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0	**0,0**	1,0	0,0	0,0	0,0	**0,0**	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0

Tabela 13 - Valores atribuídos pelo especialista B aos níveis funcionais, na escala de avaliação *fuzzy*, e seus respectivos graus de pertinência aos conjuntos *fuzzy* definidores do grau de incapacitação

	Mobilidade						**Atividade Física**					**Atividade Social**					
Nível		M_1	M_2	M_3	M_4	M_5		F_1	F_2	F_3	F_4		S_1	S_2	S_3	S_4	S_5
5	**9,5**	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0						**9,5**	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0
4	**8,0**	0,0	0,0	0,0	1,0	0,0	**9,0**	0,0	0,0	0,0	1,0	**8,0**	0,0	0,0	0,0	1,0	0,0
3	**6,0**	0,0	0,0	1,0	0,0	0,0	**6,5**	0,0	0,0	1,0	0,0	**5,5**	0,0	0,0	1,0	0,0	0,0
2	**3,5**	0,0	1,0	0,0	0,0	0,0	**3,5**	0,0	1,0	0,0	0,0	**3,5**	0,0	1,0	0,0	0,0	0,0
1	**1,0**	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0	**1,0**	1,0	0,0	0,0	0,0	**1,0**	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0

Tabela 14 - Valores atribuídos pelo especialista C aos níveis funcionais, na escala de avaliação *fuzzy*, e seus respectivos graus de pertinência aos conjuntos *fuzzy* definidores do grau de incapacitação

	Mobilidade						**Atividade Física**					**Atividade Social**					
Nível		M_1	M_2	M_3	M_4	M_5		F_1	F_2	F_3	F_4		S_1	S_2	S_3	S_4	S_5
5	**10,0**	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0						**10,0**	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0
4	**7,0**	0,0	0,0	0,0	1,0	0,0	**10,0**	0,0	0,0	0,0	1,0	**8,0**	0,0	0,0	0,0	1,0	0,0
3	**5,0**	0,0	0,0	1,0	0,0	0,0	**5,0**	0,0	1,0	0,0	0,0	**5,0**	0,0	0,0	1,0	0,0	0,0
2	**2,0**	0,0	1,0	0,0	0,0	0,0	**2,0**	1,0	0,0	0,0	0,0	**3,0**	0,0	0,0	1,0	0,0	0,0
1	**0,0**	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0	**0,0**	1,0	0,0	0,0	0,0	**1,0**	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0

Tabela 15 - Valores atribuídos no modelo agregado aos níveis funcionais, na escala de avaliação *fuzzy*, e seus respectivos graus de pertinência aos conjuntos *fuzzy* definidores do grau de incapacitação

	Mobilidade						**Atividade Física**					**Atividade Social**					
Nível		M_1	M_2	M_3	M_4	M_5		F_1	F_2	F_3	F_4		S_1	S_2	S_3	S_4	S_5
5	**9,8**	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0						**9,8**	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0
4	**7,3**	0,0	0,0	0,0	1,0	0,0	**9,7**	0,0	0,0	0,0	1,0	**8,0**	0,0	0,0	0,0	1,0	0,0
3	**5,3**	0,0	0,0	1,0	0,0	0,0	**5,8**	0,0	0,0	1,0	0,0	**5,2**	0,0	0,0	1,0	0,0	0,0
2	**2,5**	0,0	1,0	0,0	0,0	0,0	**3,2**	0,0	1,0	0,0	0,0	**2,8**	0,0	1,0	0,0	0,0	0,0
1	**0,3**	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0	**0,3**	1,0	0,0	0,0	0,0	**0,7**	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0

Observou-se que os níveis funcionais foram ordenados de maneira semelhante por todos os especialistas, em todas as três dimensões.

Tal como se observou entre as funções de pertinência aos diferentes conjuntos *fuzzy*, a variabilidade entre os valores atribuídos pelos especialistas aos níveis funcionais extremos (1 e 5, ou 4, no caso da atividade física) tendeu a ser menor do que entre aqueles relativos aos níveis intermediários (tabelas 12 a 15, figuras 20 a 22).

Figura 20 - Pesos atribuídos pelos especialistas A, B e C aos níveis funcionais relativos à mobilidade

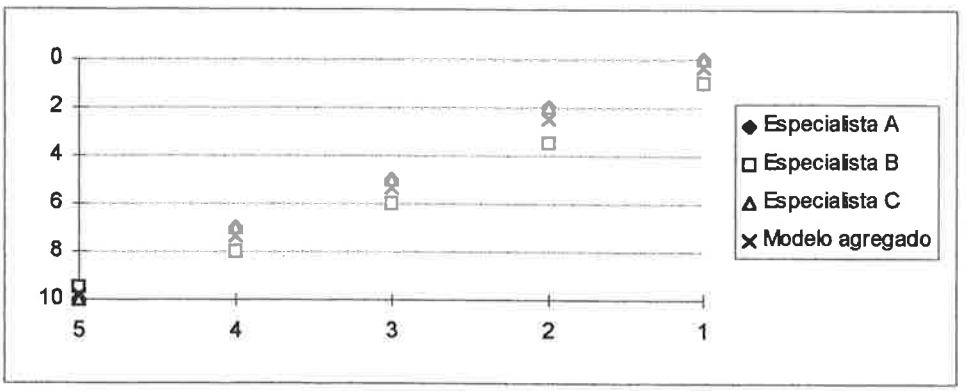
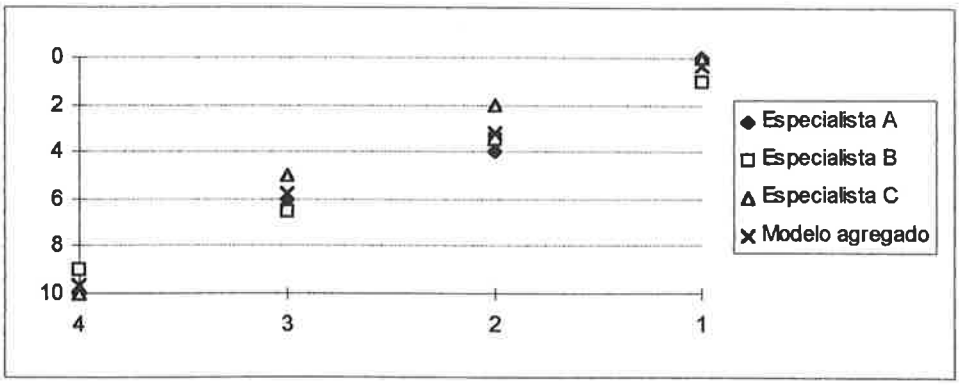


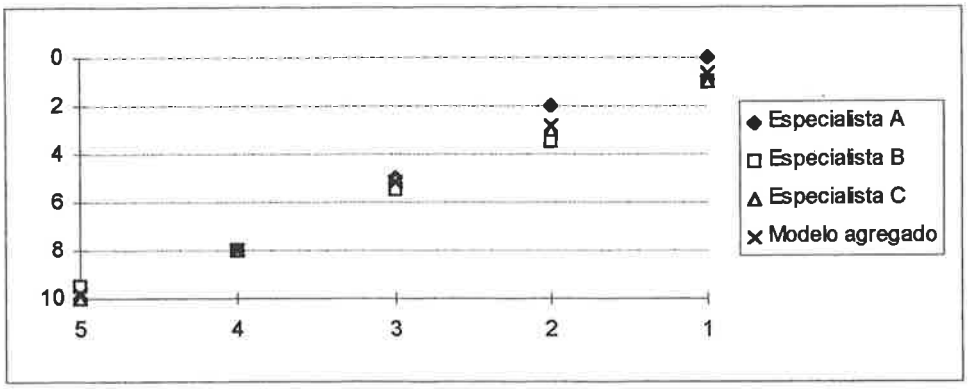
Figura 21 - Pesos atribuídos pelos especialistas A, B e C aos níveis funcionais relativos à atividade física



Em discordância com o observado na definição das funções de pertinência aos conjuntos *fuzzy*, a variabilidade foi aparentemente maior entre os valores

atribuídos aos níveis funcionais concernentes à atividade física, e menor entre aqueles relativos à atividade social.

Figura 22 - Pesos atribuídos pelos especialistas A, B e C aos níveis funcionais relativos à atividade social



O especialista B apresentou tendência mais otimista na avaliação dos diferentes níveis funcionais, pois tendeu a atribuir-lhes os pesos mais elevados nas respectivas escalas de avaliação *fuzzy* - mais especificamente, em 8 das 14 condições, sem contar 2 situações em que sua avaliação foi igual a de, pelo menos, um dos demais especialistas.

Destaca-se ainda a atribuição do valor zero aos níveis funcionais 1 das três dimensões, pelo especialista A, e de duas dimensões, pelo especialista C; tal valor representa a morte ou o pior estado de saúde imaginável, em todas as escalas de avaliação *fuzzy* a que foram equiparadas as condições avaliadas.

Os pesos atribuídos aos diferentes níveis funcionais podem também ser interpretados do ponto de vista lingüístico, segundo os respectivos graus de pertinência aos conjuntos *fuzzy*.

Por vezes, valores numéricos iguais ou semelhantes têm significados distintos para diferentes especialistas; da mesma forma, pesos distintos podem representar um mesmo julgamento de valor.

Toma-se como exemplo, inicialmente, a avaliação do nível funcional 3, da dimensão da atividade social, o qual descreve um indivíduo que, em um dado instante "executou as atividades principais, porém com limitações". Ambos os especialistas A e C atribuíram-lhe peso igual a 5,0 (Tabelas 12 e 14). Entretanto, segundo o especialista A, nesta condição, a atividade social está muito limitada, ao passo que, para o especialista C, está limitada. Nos dois casos, o elemento $z = 5{,}0$ apresenta pertinência unitária, mas a conjuntos *fuzzy* distintos, S_2 e S_3, de acordo com os especialistas A e C, respectivamente.

A avaliação do nível funcional 4 da mobilidade é também ilustrativa. A este nível, o especialista B atribuiu peso 8,0, maior do que aquele atribuído pelos especialistas A e C, igual a 7,0. Tais pesos, embora numericamente diferentes, representam um mesmo julgamento: os três especialistas consideram que, em um dado momento, um indivíduo que "deslocou-se com dificuldade", tem a sua mobilidade pouco limitada; tanto o elemento $x = 7{,}0$, no caso dos especialistas A e C (tabelas 12 e 14), quanto o elemento $x = 8{,}0$, no caso do especialista B (tabela 13), apresentam pertinência unitária com relação ao mesmo subconjunto *fuzzy* S_4.

Em outras situações, os especialistas discordam tanto na avaliação numérica quanto na qualitativa. É o caso da dimensão da atividade social, em seu nível funcional 2 ("não executou as atividades principais, mas executou atividades de cuidado de si mesmo e de higiene pessoal"). A atividade social de um indivíduo nesta condição é extremamente limitada, muito limitada e limitada, segundo os

especialistas A (z = 2,0), B (z = 3,5) e C (z = 3,0), respectivamente. Nota-se que, embora o peso atribuído pelo especialista B tenha sido o maior entre os três especialistas, segundo seu juízo esta condição é mais incapacitante do que a considera o especialista C.

No exemplo do parágrafo anterior, cabe destacar a avaliação do especialista A. Na escala de avaliação *fuzzy* relativa à atividade social, o elemento z = 2,0 apresenta pertinência nula a todos os conjuntos, com exceção de S_1, em relação ao qual o seu grau de pertinência é 0,3 (tabela 12). O nível funcional 2, neste caso, foi avaliado como uma condição de extrema limitação, mas em intensidade menor do que a representada por valores no intervalo entre 0,0 e 1,9, cujas pertinências em relação a S_1 são mais elevadas.

Com uma única exceção, todos os valores da escala de avaliação, atribuídos aos diferentes níveis funcionais pelos três especialistas, assim como no modelo agregado, apresentaram pertinência não-nula - majoritariamente unitária - a apenas um dos conjuntos *fuzzy* contidos nas diferentes escalas de avaliação. Entende-se que, nestes casos, os especialistas caracterizaram precisamente os níveis funcionais, do ponto de vista lingüístico, ao optarem por uma das categorias representadas pelos conjuntos *fuzzy*.

A exceção refere-se à avaliação do nível funcional 4, da atividade social, pelo especialista A. O peso z = 8,0 apresenta pertinência não-nula a dois conjuntos *fuzzy*, S_3 e S_4, com valores iguais a 1,0 e 0,5, respectivamente. Em palavras, a atividade social de um indivíduo que "executou as atividades principais e praticou as outras atividades, mas com limitações", foi considerada entre pouco limitada e limitada, porém mais próxima de limitada.

Não houve discordância entre as avaliações dos especialistas com relação aos níveis funcionais extremos, para as três dimensões, quando se consideram os resultados expressos por conjuntos *fuzzy*. As discordâncias ocorreram entre os níveis funcionais intermediários, e, com maior freqüência, nas dimensões da atividade social (3, em 15) e da atividade física (2, em 12). Quanto à mobilidade, houve apenas uma avaliação discordante, no total de 15 (Tabelas 16, 17 e 18).

Tabela 16 - Conjuntos *fuzzy* resultantes, segundo níveis funcionais relativos à mobilidade, avaliados pelos especialistas A, B e C .

Níveis funcionais	**5**	**4**	**3**	**2**	**1**	**Total**
M_5	3	0	0	0	0	3
M_4	0	3	0	0	0	3
M_3	0	0	3	0	0	3
M_2	0	0	0	2	1*	3
M_1	0	0	0	0	3	3
Total	3	3	3	3	3	15

* $z = 2{,}0$; avaliação realizada pelo especialista A, com grau de pertinência 0,3 em M_2.

Tabela 17 - Conjuntos *fuzzy* resultantes, segundo níveis funcionais relativos à atividade física, avaliados pelos especialistas A, B e C .

Níveis funcionais	**4**	**3**	**2**	**1**	**Total**
F_4	3	0	0	0	3
F_3	0	2	1	0	3
F_2	0	0	2	1	3
F_1	0	0	0	3	3
Total	3	3	3	3	12

4.3 Operação do Modelo *Fuzzy*

A operação do modelo *fuzzy* é ilustrada através da avaliação, pelo especialista A, do nível funcional 26, composto pela combinação dos níveis 4 da mobilidade, 3

da atividade física e 4 da atividade social; neste nível, descreve-se um indivíduo que, em um dado momento, deslocou-se com dificuldade; andou com limitações; executou as atividades principais; praticou as outras atividades, mas com limitações.

Tabela 18 - Conjuntos *fuzzy* resultantes, segundo níveis funcionais relativos à atividade social, avaliados pelos especialistas A, B e C .

Níveis funcionais	**5**	**4**	**3**	**2**	**1**	**Total**
S_5	3	0	0	0	0	3
S_4*	0	3	0	0	0	3
S_3	0	0	2	1	0	3
S_2	0	0	1	1	1	3
S_1	0	0	0	0	3	3
Total	3	3	3	3	3	15

* Computado apenas o subconjunto *fuzzy* em relação ao qual a avaliação do especialista A (z = 8,0) apresentou grau de pertinência mais elevado.

Os pesos (x, y, z) atribuídos a cada um dos níveis funcionais unidimensionais foram, respectivamente 7,0, 6,0 e 8,0 (tabela 12). Os graus de pertinência de x, y e z em M_i, F_j e S_k, respectivamente, refletem a certeza do julgamento de um especialista sobre a premissa de uma determinada regra *fuzzy*. Segundo o especialista A, a mobilidade foi considerada pouco limitada $(\mu_{M_4}(7{,}0) = 1{,}0)$, a atividade física pouco limitada $(\mu_{F_3}(6{,}0) = 1{,}0)$, e a atividade social entre pouco limitada e limitada, mas mais próxima de limitada $(\mu_{S_4}(8{,}0) = 0{,}5; \mu_{S_3}(8{,}0) = 1{,}0)$.

Em cada regra, ou relação *fuzzy*, a intensidade da certeza de um especialista sobre a parte conseqüente é função do grau da certeza do mesmo, com relação à respectiva premissa. O menor entre os graus de pertinência de x, y e z, com relação a

M_i, F_j e S_k, respectivamente, corresponderá ao valor de máxima pertinência dos elementos v em relação ao subconjunto I_l, na parte conseqüente.

O cálculo das funções de pertinência do vetor (7,0, 6,0, 8,0, v) em cada uma das relações *fuzzy* R_m, de acordo com as equações 17 a 21, é apresentado, de forma abreviada, na tabela 19.

A função de pertinência ao subconjunto I', resultado do modelo *fuzzy*, é definida pela operação de união entre as relações *fuzzy* R_m, dispostas nas linhas da tabela 19, ou seja,

$$\mu_{I_l'}(v) = [\ \mu_{R_1}(7{,}0;6;8{,}0,v) \vee \mu_{R_2}(7{,}0;6;8{,}0,v) \vee \cdots \vee \mu_{R_{20}}(7{,}0;6;8{,}0,v) \vee \ldots$$

$$\vee\, \mu_{R_{25}}(7{,}0;6;8{,}0,v) \vee \ldots \vee \mu_{R_{45}}(7{,}0;6;8{,}0,v) \vee \cdots \vee \mu_{R_{100}}(7{,}0;6;8{,}0,v)\ ] =$$

$$= [0{,}0 \vee 0{,}0 \vee \cdots 0{,}0 \vee \cdots \vee (0{,}5 \wedge \mu_{I_4}(v)) \vee \cdots \vee \mu_{I_3}(v) \vee \cdots \vee 0{,}0] =$$

$$= (0{,}5 \wedge \mu_{I_4}(v)) \vee \mu_{I_3}(v) \quad (28)$$

Na figura 23 apresenta-se, sob a forma de gráficos, a operação do modelo *fuzzy*. Foram incluídas na figura somente as relações *fuzzy* R_{25} e R_{45}, cujas funções de pertinência foram diferentes de zero; o conjunto *fuzzy* I' é apresentado na parte inferior direita da figura.

Segundo o especialista A, o nível funcional 26 apresenta um grau de incapacitação entre moderado (I_3) e leve (I_4), tendendo mais para moderado; por meio da defuzificação (equação 22), obtem-se o respectivo peso d, igual a 5,8, o qual representa a expressão numérica do grau de incapacitação.

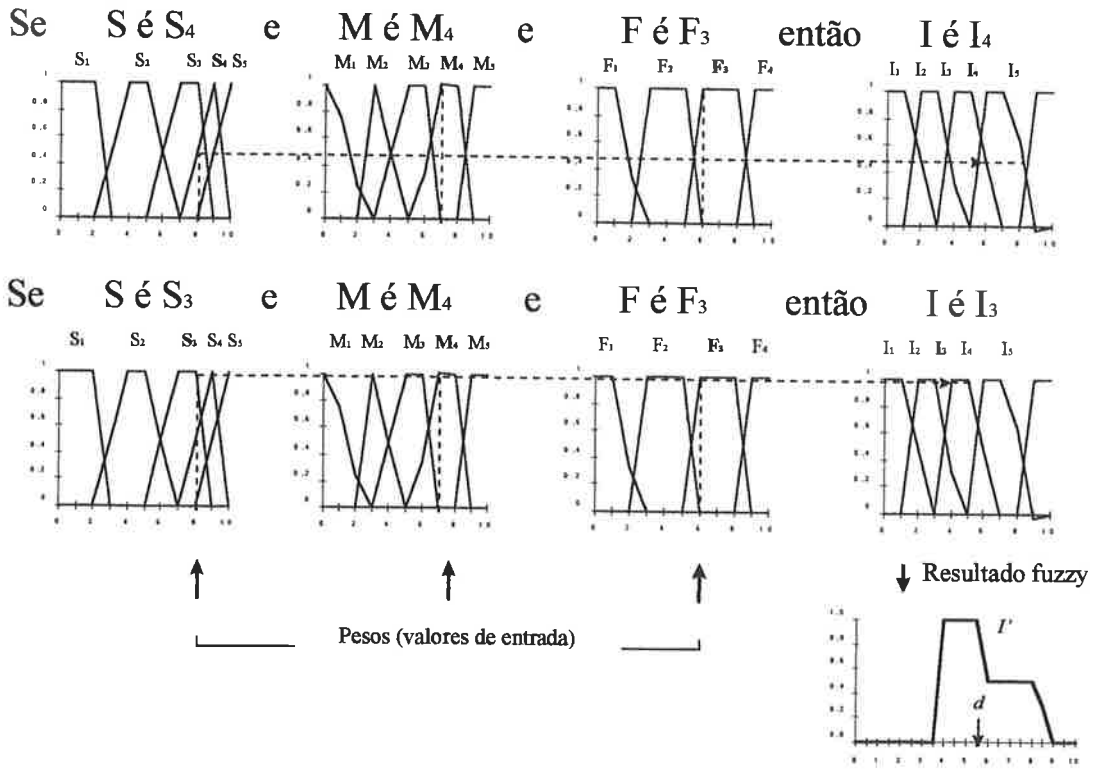
Tabela 19 - Operação do modelo *fuzzy*, especialista A, nível funcional 26

m	$\mu_{R_m}(7{,}0;6{,}0;8{,}0,v) = \left(\mu_{M_i}(7{,}0) \wedge \mu_{F_j}(6{,}0) \wedge \mu_{S_k}(8{,}0) \wedge \mu_{I_l}(v)\right)$
1	$\mu_{R_1}(7{,}0;6{,}0;8{,}0,v) = \left(\mu_{M_5}(7{,}0) \wedge \mu_{F_{4j}}(6{,}0) \wedge \mu_{S_5}(8{,}0) \wedge \mu_{I_5}(v)\right)$ $= \left(0{,}0 \wedge 0{,}0 \wedge 0{,}0 \wedge \mu_{I_5}(v)\right)$ $= 0{,}0$
.	.
.	.
.	.
20	$\mu_{R_{20}}(7{,}0;6{,}0;8{,}0,v) = \left(\mu_{M_5}(7{,}0) \wedge \mu_{F_4}(6{,}0) \wedge \mu_{S_4}(8{,}0) \wedge \mu_{I_4}(v)\right)$ $= \left(0{,}0 \wedge 0{,}0 \wedge 0{,}5 \wedge \mu_{I_4}(v)\right)$ $= 0{,}0$
.	.
.	.
.	.
25	$\mu_{R_{25}}(7{,}0;6{,}0;8{,}0,v) = \left(\mu_{M_4}(7{,}0) \wedge \mu_{F_3}(6{,}0) \wedge \mu_{S_4}(8{,}0) \wedge \mu_{I_4}(v)\right)$ $= \left(1{,}0 \wedge 1{,}0 \wedge 0{,}5 \wedge \mu_{I_4}(v)\right)$ $= \left(0{,}5 \wedge \mu_{I_4}(v)\right)$
.	.
.	.
.	.
45	$\mu_{R_{45}}(7{,}0;6{,}0;8{,}0,v) = \left(\mu_{M_4}(7{,}0) \wedge \mu_{F_3}(6{,}0) \wedge \mu_{S_3}(8{,}0) \wedge \mu_{I_3}(v)\right)$ $= \left(1{,}0 \wedge 1{,}0 \wedge 1{,}0 \wedge \mu_{I_3}(v)\right)$ $= \mu_{I_3}(v)$
.	.
.	.
.	.
100	$\mu_{R_{100}}(7{,}0;6{,}0;8{,}0,v) = \left(\mu_{M_1}(7{,}0) \wedge \mu_{F_1}(6{,}0) \wedge \mu_{S_1}(8{,}0) \wedge \mu_{I_1}(v)\right)$ $= \left(0{,}0 \wedge 0{,}0 \wedge 0{,}0 \wedge \mu_{I_1}(v)\right)$ $= 0{,}0$

Normalizado em relação à escala definida entre 0 e 1, o peso $d = 0{,}58$ pode ser interpretado à luz do índice da qualidade do bem-estar (PATRICK,1973;

KAPLAN et. al., 1976). Um dia de vida na condição definida pelo nível funcional 26, segundo o especialista A, corresponde, ou tem valor semelhante, a apenas 0,58 dias com plena capacidade funcional, ou a 0,58 anos, se utilizarmos o ano como unidade do tempo. Em outras palavras, o nível funcional 26 implica, ao longo de um ano, uma redução da qualidade de vida equivalente à perda de 1 - *d*, ou 0,42 anos em um estado de saúde plena.

Figura 23 - Operação do modelo *fuzzy*, especialista A, nível funcional 26



Ao todo, foram avaliados 100 níveis funcionais tridimensionais, compostos por todas as combinações dos níveis funcionais da mobilidade, atividade física e social (5 x 4 x 5). Os valores de *d*, estimados pelos modelos *fuzzy* estruturados por cada especialista, assim como pelo modelo de valores agregados, são apresentados na tabela 20.

Tabela 20 - Estimativas numéricas do grau de incapacitação (*d*), associado aos níveis funcionais avaliados através dos modelos fuzzy, definidos pelos especialistas e pelo modelo agregado

Nível funcional	Especialista A	Especialista B	Especialista C	Modelo agregado
1	9,4	9,1	9,5	9,4
2	7,0	7,3	5,3	7,3
3	4,9	5,3	3,0	5,1
4	---	3,3	3,0	3,0
5	7,0	7,3	9,5	7,3
6	7,0	5,3	5,3	7,3
7	4,9	3,3	3,0	5,1
8	2,8	1,1	3,0	3,0
9	7,0	5,3	7,7	7,3
10	4,9	5,3	3,0	5,1
11	4,9	3,3	0,8	3,0
12	2,8	1,1	0,8	1,0
13	5,0	7,3	7,7	7,3
14	5,0	5,3	3,0	5,1
15	2,9	3,3	0,8	3,0
16	1,4	1,1	0,8	1,0
17	4,9	5,3	7,7	5,1
18	4,9	3,3	3,0	5,1
19	2,8	1,1	0,8	3,0
20	1,1	1,1	0,8	1,0
21	7,0	7,3	9,5	7,3
22	7,0	5,3	5,3	7,3
23	4,9	3,3	3,0	5,1
24	7,5	1,1	3,0	3,0
25	7,0	5,3	7,7	7,3
26	5,8	3,3	3,0	5,1
27	4,9	1,1	0,8	3,0
28	2,8	1,1	0,8	1,0
29	5,8	5,3	7,7	7,3
30	4,9	3,3	3,0	5,1
31	3,6	1,1	0,8	3,0
32	1,7	---	0,8	2,1
33	5,0	7,3	7,7	7,3
34	4,0	5,3	3,0	5,1
35	2,9	3,3	0,8	3,0
36	1,4	1,1	0,8	1,0
37	4,9	5,3	7,7	5,1
38	3,6	5,3	3,0	5,1
39	2,8	3,3	0,8	3,0
40	1,1	1,1	0,8	1,0
41	4,9	5,3	7,7	7,3
42	4,9	3,3	3,0	5,1
43	4,9	1,1	0,8	3,0
44	2,8	1,1	0,8	1,0
45	4,9	5,3	7,7	7,3
46	4,9	3,3	3,0	5,1
47	2,8	1,1	0,8	3,0
48	2,8	1,1	0,8	1,0
49	4,9	5,3	7,7	5,1
50	2,8	3,3	3,0	5,1

---: não estimado pelo modelo

Tabela 20 - Estimativas numéricas do grau de incapacitação (*d*), associado aos níveis funcionais avaliados através dos modelos fuzzy, definidos pelos especialistas e pelo modelo agregado (continuação)

Nível funcional	Especialista A	Especialista B	Especialista C	Modelo agregado
51	2,8	1,1	0,8	3,0
52	1,1	1,1	0,8	1,0
53	2,9	5,3	5,3	5,1
54	2,9	5,3	3,0	5,1
55	1,4	3,3	0,8	3,0
56	1,4	1,1	0,8	1,0
57	2,8	5,3	5,3	5,1
58	2,8	5,3	3,0	5,1
59	1,1	3,3	0,8	3,0
60	1,1	1,1	0,8	1,0
61	2,8	7,3	7,7	7,3
62	2,8	5,3	3,0	5,1
63	1,1	3,3	0,8	3,0
64	1,1	1,1	0,8	1,0
65	2,8	5,3	7,7	5,1
66	2,8	5,3	3,0	5,1
67	1,1	3,3	0,8	3,0
68	1,1	1,1	0,8	1,0
69	2,8	5,3	7,7	5,1
70	2,8	5,3	3,0	5,1
71	1,1	3,3	0,8	3,0
72	1,1	1,1	0,8	1,0
73	2,9	5,3	5,3	5,1
74	1,4	5,3	3,0	5,1
75	1,4	3,3	0,8	3,0
76	1,4	1,1	0,8	1,0
77	2,8	3,3	5,3	3,0
78	1,1	3,3	3,0	3,0
79	1,1	1,1	0,8	1,0
80	1,1	---	0,8	1,0
81	2,8	7,3	5,3	5,1
82	2,8	5,3	3,0	5,1
83	1,1	3,3	0,8	3,0
84	1,1	1,1	0,8	1,0
85	2,8	7,3	5,3	5,1
86	2,8	5,3	3,0	5,1
87	1,1	3,3	0,8	3,0
88	1,1	1,1	0,8	1,0
89	2,8	5,3	5,3	5,1
90	2,8	3,3	3,0	3,0
91	1,1	3,3	0,8	3,0
92	1,1	1,1	0,8	1,0
93	2,9	5,3	5,3	5,1
94	1,4	5,3	3,0	5,1
95	1,4	3,3	0,8	3,0
96	1,4	1,1	0,8	1,0
97	2,8	5,3	5,3	5,1
98	1,1	3,3	3,0	3,0
99	1,1	1,1	0,8	1,0
100	1,1	---	0,8	1,0

---: não estimado pelo modelo

4.4 Análise da Confiabilidade dos Resultados

4.4.1 Funções de Pertinência aos Conjuntos *Fuzzy*

A máxima concordância ocorre quando dois ou mais conjuntos *fuzzy* apresentam funções de pertinência exatamente iguais. Neste caso, os conjuntos interseção e união correspondem, exatamente, aos respectivos conjuntos *fuzzy* originais, e portanto, apresentam a mesma área. A razão entre as áreas é, assim, igual a 1,0, ou 100,0%.

É também este o caso em que se observam as áreas máxima e mínima dos conjuntos interseção e união de dois ou mais conjuntos *fuzzy*, respectivamente. À medida que os conjuntos *fuzzy* tornam-se mais e mais diferentes, a área correspondente ao conjunto interseção tende a zero; simultaneamente, a área do respectivo conjunto união tende ao valor máximo possível, por ora igual à área do retângulo imaginário, disposto sobre a escala de avaliação *fuzzy* (figura 2).

A ausência absoluta de concordância, representada pela proporção igual a 0,0%, ocorre quando a interseção entre dois ou mais conjuntos *fuzzy* é um conjunto vazio.

As proporções de concordância entre os diferentes especialistas, em percentuais, para cada conjunto *fuzzy*, são apresentadas na tabela 21.

Considerando-se os três especialistas simultaneamente (A x B x C), as proporções de concordância mais elevadas foram observadas entre os conjuntos *fuzzy* relativos à atividade física (entre 55,5% e 83,3%), seguidos pelos conjuntos descritores do grau de incapacitação (entre 50,0% e 63,8%).

Tabela 21 - Proporção de concordância entre os especialistas (%), segundo conjuntos *fuzzy*

Conjunto *fuzzy*	A x B x C	A x B	A x C	B x C
M_1	55,0	60,0	84,6	66,7
M_2	8,6	66,7	13,6	9,1
M_3	22,2	50,0	37,5	22,2
M_4	10,1	66,7	45,5	10,4
M_5	50,0	57,1	87,5	50,0
F_1	63,6	63,6	70,0	80,0
F_2	83,3	83,3	100,0	83,3
F_3	64,3	64,3	92,3	69,2
F_4	55,5	55,5	62,5	88,9
S_1	60,0	100,0	60,0	60,0
S_2	2,4	42,9	15,2	9,1
S_3	1,9	26,7	12,8	25,0
S_4	14,9	37,5	15,2	38,4
S_5	66,7	80,0	66,7	83,3
I_1	63,8	83,0	75,0	66,7
I_2	50,0	60,0	50,0	66,7
I_3	52,9	70,0	78,9	69,1
I_4	52,9	74,0	54,2	68,5
I_5	57,1	71,4	80,0	57,1

Já entre os conjuntos *fuzzy* referentes à atividade social e a mobilidade, a concordância entre os três especialistas foi mais baixa. Particularmente entre os conjuntos intermediários das respectivas escalas de avaliação, nominalmente, S_2, S_3 e S_4, e M_2, M_3 e M_4, as proporções foram todas inferiores a 25,0%, e, por vezes, próximas de zero. Já entre os conjuntos *fuzzy* situados nos extremos das escalas, as proporções de concordância foram mais elevadas, e atingiram valores semelhantes aos observados nas dimensões da atividade física e do grau de incapacitação.

Em geral, observam-se valores mais elevados ao se analisar a concordância entre cada dois especialistas, como esperado. Em linhas gerais, o padrão observado, inicialmente, quanto aos três especialistas, se manteve. As proporções mais elevadas foram observadas na dimensão da atividade física, seguidas pelo grau de incapacitação, as mais baixas entre os conjuntos da mobilidade e da atividade social, particularmente entre aqueles intermediários nas respectivas escalas de avaliação.

Na dimensão da atividade social, destacam-se as proporções de concordância observadas ente os especialistas A e B (100,0% com relação a S_1), seguidas pelas dos especialistas A e C (83,3% com relação a S_5); em todas as ocasiões, entretanto, as proporções referentes aos conjuntos intermediários ficaram abaixo de 50,0%,e, por vezes, abaixo de 25,0%.

Quanto à mobilidade, a concordância entre os especialistas A e C foi elevada para os conjuntos M_1 e M_5, situando-se acima de 80,0%. Ao contrário do que aconteceu nas demais comparações, os especialistas A e B apresentaram proporções de concordância iguais ou superiores a 50,0%, com relação aos conjuntos M_2, M_3 e M_5.

Nas dimensões restantes, as proporções foram, na maioria das vezes, superiores a 60,0%, e nunca inferiores a 50,0%; destacam-se os valores relativos à atividade física, particularmente entre os especialistas A e C (100,0% e 92,3%, com relação a F_2 e F_3, respectivamente).

4.4.2 Regras *Fuzzy*

O coeficiente kappa κ foi utilizado como medida da concordância entre os especialistas, no que tange à definição das partes conseqüentes das regras *fuzzy*. Os possíveis valores de κ variam entre -1 e 1, porém somente os valores situados no intervalo entre 0 e 1 são, de fato, considerados (SKLO e NIETO, 2000).

Na análise da concordância entre os três especialistas, considerando-se simultaneamente todas as cinco categorias descritoras do grau de incapacitação, κ foi igual a 0,369 (p = 0,000); na escala proposta por Landis e Koch[1] (1977), este valor representa um grau de concordância razoável (tabela 22).

A tabela 23 mostra as estimativas de κ referentes a cada conjunto *fuzzy* I_l, quando confrontados, um por vez, com todos os demais conjuntos agrupados; observa-se um padrão heterogêneo da concordância entre os três especialistas.

Houve concordância maior quanto às categorias descritoras de graus de incapacitação extremos, representados pelos conjuntos I_5 e I_1. Segundo a classificação proposta por Landis e Koch (1977), seus respectivos valores de κ indicam uma concordância moderada ("moderate agreement"). No caso do conjunto

[1] A escala proposta por Landis e Koch (1977) é arbitrária, assim como todas as demais até hoje elaboradas, e foi escolhida por ser a mais comumente utilizada (SKLO e NIETO, 2000).

fuzzy I_5 ("nenhuma incapacitação"), a concordância foi, na verdade, limítrofe entre moderada e substancial (tabela 23).

Tabela 22 - Escala para interpretação das estimativas do coeficiente kappa κ, proposta por Landis e Koch (1977)

κ	Nível de concordância
0,0 - 0,2	Insignificante ("slight")
0,2 - 0,4	Razoável ("fair")
0,4 - 0,6	Moderado ("moderate")
0,6 - 0,8	Substancial ("substantial")
0,8 - 1,0	Quase perfeito ("almost perfect")

Tabela 23 - Estimativas do coeficiente de kappa, segundo conjuntos *fuzzy* I_i descritores do grau de incapacitação, assinalados nas partes conseqüentes das regras *fuzzy*

Grau de incapacitação	I_i	**Coeficiente de kappa**	**Valor de p**
Nenhum	I_5	0,593	0,0000
Leve	I_4	0,349	0,0000
Moderado	I_3	0,353	0,0000
Elevado	I_2	0,210	0,0002
Extremamente elevado	I_1	0,557	0,0000

Já os coeficientes kappa, relativos aos conjuntos *fuzzy* intermediários na escala de avaliação, refletem um padrão de concordância razoável. A concordância relativa ao conjunto I_2 (incapacitação leve), a mais baixa de todas, pode ser

interpretada como limítrofe entre razoável e insignificante, esta última caracterizada pela faixa de valores entre 0,0 e 0,2 (LANDIS e KOCH, 1977).

Um dos especialistas referiu sentir-se mais familiarizado com o processo de definição das partes conseqüentes, após avaliar um certo número de regras. De fato, à medida em que mais regras são definidas, o especialista passa a dispor de mais subsídios para comparação e definição das regras subseqüentes. As regras *fuzzy* foram apresentadas aos neurologistas ordenadas sempre da mesma maneira, e não aleatoriamente, e isto pode ter, de alguma forma, influenciado a concordância entre eles.

As regras foram, então, estratificadas em dois grupos, compostos, respectivamente, pelas de número 1 a 50, e de 51 a 100. De acordo com a suposição anterior, a concordância entre os especialistas foi melhor na avaliação das últimas 50 regras (κ = 0,434; p = 0,000), em comparação com o estrato das regras 1 a 50 (κ = 0,287; p = 0,000),

Observou-se, entretanto que estimativas do coeficiente kappa, em relação a cada um dos conjuntos *fuzzy* I_l, também variaram nos dois estratos, mas de forma heterogênea.

Os valores de κ relativos ao conjunto I_4 foram mais elevados ao se considerarem as primeiras 50 regras, entre as quais concentraram-se as que retratam condições menos severas, e se reduziram praticamente à metade, na análise do conjunto das regras de número 51 a 100. Quanto ao conjunto I_5, correspondente às condições em que não há nenhuma incapacidade, κ foi estimado apenas em relação ao primeiro dos estratos, pois não foi utilizado em nenhuma das últimas cinqüenta regras (tabela 24).

Tabela 24 - Estimativas do coeficiente de kappa, segundo conjuntos *fuzzy* I_i descritores do grau de incapacitação, e grupos de regras *fuzzy*

Grau de incapacitação	I_i	$\kappa_{R1\text{-}R50}$	Valor de p	$\kappa_{R51\text{-}R100}$	Valor de p
Nenhum	I_5	0,586	0,000	---	---
Leve	I_4	0,326	0,000	0,171	0,0200
Moderado	I_3	0,203	0,007	0,505	0,0000
Elevado	I_2	0,174	0,018	0,219	0,0043
Extremamente elevado	I_1	0,437	0,000	0,630	0,0000

Em contrapartida, os coeficientes kappa referentes aos demais conjuntos *fuzzy* foram mais elevados no estrato formado pelas últimas 50 regras, onde concentram-se as condições mais severas; as estimativas pontuais de κ relativas aos conjunto I_3 e I_1 aumentaram cerca 2,5 e 1,4 vezes respectivamente (tabela 24)

Os dois estratos por ora considerados diferem não só pela ordem em que foram apresentados aos especialistas, mas também segundo as proporções de regras *fuzzy* relacionadas a condições mais ou menos incapacitantes. Entre as 50 primeiras regras, a freqüência das expressões menos severas do grau de incapacitação, representadas pelos conjuntos I_5 e I_4 , foi maior do que entre as regras de número 51 a 100; em contrapartida, os conjuntos I_1 e I_2 apareceram mais entre as últimas 50 regras.

Na análise da concordância entre cada dois especialistas, o coeficiente kappa ponderado apresentou valores distintos, apresentados na tabela 25, ao lado das respectivas proporções de concordância.

Tabela 25 - Proporções de concordância e coeficientes kappa ponderados, relativos à análise da concordância na definição das partes conseqüentes das regras *fuzzy*, entre cada dois especialistas

Especialistas	**Proporção de concordância (%)**	**Coeficiente kappa ponderado**	**Valor de p**
A x B	68,7	0,396	0,0000
A x C	76,3	0,553	0,0000
B x C	81,4	0,654	0,0000

Entre os especialistas B e C, a concordância foi substancial. Entre os especialistas A e C, o coeficiente kappa apresentou valor intermediário, indicativo de um padrão de concordância moderada. Por fim, entre os especialistas A e B observou-se o menor dos três coeficientes, limítrofe entre os intervalos de valores indicativos de concordância razoável e moderada (LANDIS e KOCH, 1977).

As tabelas 26 a 28, a seguir, apresentam as matrizes de concordância entre cada dois especialistas.

Tabela 26 - Concordância entre os especialistas A e B quanto à determinação da parte conseqüente das regras *fuzzy*

	Especialista B					
Especialista A	I_1	I_2	I_3	I_4	I_5	Total
I_1	14	6	0	0	0	20
I_2	10	10	8	2	0	30
I_3	5	8	17	3	0	33
I_4	0	2	7	3	0	12
I_5	0	0	0	0	1	1
Total	29	26	32	8	1	96

Tabela 27 - Concordância entre os especialistas A e C quanto à determinação da parte conseqüente das regras *fuzzy*

	Especialista C					
Especialista A	I_1	I_2	I_3	I_4	I_5	Total
I_1	14	8	0	0	0	22
I_2	8	10	13	0	0	31
I_3	0	7	19	7	0	33
I_4	0	0	2	8	2	12
I_5	0	0	0	0	1	1
Total	22	25	34	15	3	99

Tabela 28 - Concordância entre os especialistas B e C quanto à determinação da parte conseqüente das regras *fuzzy*

	Especialista C					
Especialista B	I_1	I_2	I_3	I_4	I_5	Total
I_1	19	10	0	0	0	29
I_2	0	16	11	0	0	27
I_3	0	0	21	11	0	32
I_4	0	0	2	4	2	8
I_5	0	0	0	0	1	1
Total	19	26	34	15	3	97

4.4.3 Estimativas da Severidade da Incapacitação (*d*)

Idealmente, a única fonte de variabilidade desejável em um estudo epidemiológico é aquela observada entre os indivíduos componentes da população de estudo (SKLO e NIETO, 2000). Na presente análise, a "população de estudo" é composta pelos 100 níveis funcionais tridimensionais, compostos por todas as possíveis combinações entre os níveis funcionais de cada dimensão definidora do grau de incapacitação. A variabilidade entre os níveis funcionais é expressa pelas diferenças entre os respetivos valores do parâmetro *d*, os quais representam, numericamente, a severidade da incapacitação.

No processo de estimação dos valores de *d*, é possível existirem outras fontes de variabilidade. Estas podem ser intrínsecas ao observador ou ao método - aqui denominadas intra-observador - ou podem ser devidas a variações entre os observadores, ou métodos.

Uma quarta fonte de variabilidade é aquela intrínseca aos próprios indivíduos participantes do estudo (variabilidade intra-indivíduos) (SKLO e NIETO, 2000). Esta é considerada, por ora, inexistente, ou nula, pois os níveis funcionais tridimensionais avaliados são definidos univocamente, e mantidos inalterados por todo o estudo.

O coeficiente de correlação intraclasse (CCI),tal como o coeficiente kappa, é uma medida utilizada nas análises de concordância, mas envolvendo variáveis contínuas. Esse coeficiente é definido como uma estimativa da proporção de toda a variabilidade observada em um determinado processo de mensuração devida à variabilidade entre as unidades de análise, ou seja, entre os níveis funcionais.

O CCI apresenta o mesmo espectro de variação do coeficiente kappa (entre -1 e 1), e os seus valores são interpretados de maneira análoga: 0 indica um padrão de concordância devido ao acaso e 1 corresponde à concordância plena (FLEISS, 1981; SKLO e NIETO, 2000). Frente às semelhanças entre estas duas medidas, as estimativas do CCI foram interpretadas segundo a escala proposta por Landis e Koch (1977), para o coeficiente kappa.

Tal como exposto no capítulo sobre metodologia, efetuou-se a análise da concordância a envolver estimativas da severidade da incapacitação, nos diferentes níveis funcionais, com objetivos distintos. Os resultados são apresentados a seguir, separados nos subitens relativos às análises da concordância entre especialistas, e entre métodos.

4.4.3.1 Análise da Concordância entre Especialistas

Confrontadas as estimativas de *d*, geradas pelos modelos *fuzzy* estruturados pelos três especialistas, obteve-se um CCI igual a 0,666 (IC 95%: 0,557; 0,751), valor a sugerir um padrão de concordância substancial (LANDIS e KOCH, 1977).

As estimativas pontuais do CCI, relativas às comparações dos resultados dos modelos estruturados por cada dois especialistas, variaram entre aproximadamente 0,5 e 0,8 (tabela 29). Entre os especialistas A e B observou-se uma concordância moderada, a mais fraca entre todas. Nos demais casos envolvendo o especialista C, os CCIs situaram-se na faixa de valores indicativos de uma concordância substancial, porém com diferenças evidentes: 0,650 entre A e C, e 0,771 entre B e C, este último, próximo do limite entre uma concordância substancial e uma quase perfeita.

Os CCI referentes à comparação entre as estimativas de *d*, definidas pelos três especialistas diretamente na escala de avaliação (modelo direto), apresentaram valores inferiores aos gerados pelos modelos *fuzzy*.

Tabela 29 - Estimativas do coeficiente de correlação intraclasse, e respectivos intervalos de 95% de confiança, relativos à análise da concordância dos valores de *d* gerados pelos modelos *fuzzy*, entre os especialistas

Especialistas	**Coeficiente de correlação intraclasse**	**Intervalo de 95% de confiança**
A x B x C	0,666	0,568 - 0,751
A x B	0,546	0,385 - 0,674
A x C	0,650	0,519; 0,751
B x C	0,771	0,661 - 0,847

Considerando-se os três especialistas, simultaneamente, o CCI foi igual a 0,496 (IC 95%: 0,220; 0,681). Em duas das análises a envolverem dois especialistas (A x B, e A x C), apesar das estimativas pontuais do CCI próximas de 0,5, os respectivos intervalos de 95% de confiança incluíram o valor zero, não havendo,

portanto, evidências suficientes para rejeitar a hipótese nula, qual seja, a de ter sido o valor observado devido ao acaso. Entre os especialistas B e C, o CCI foi indicativo de um padrão de concordância moderado, segundo a escala de Landis e Koch (1977) (tabela 30).

4.4.3.2 Análise da Concordância entre Métodos

4.4.3.2.1 - Modelos *Fuzzy* e Direto

No modelo direto, os especialistas expressaram, sinteticamente, um julgamento de valor, fruto de um complexo processo de raciocínio, onde sobressaem a subjetividade e a imprecisão; o modelo *fuzzy* pretendeu emular este processo, ao menos em parte. Assim, a concordância entre seus resultados é aqui interpretada como a expressão do ajuste, ou da proximidade, entre o processo e o modelo. O CCI exprime a intensidade do ajuste.

Tabela 30 - Estimativas do coeficiente de correlação intraclasse, e respectivos intervalos de 95% de confiança, relativos à análise da concordância dos valores de *d* definidos pelo modelo direto, entre os especialistas

Especialistas	**Coeficiente de correlação intraclasse**	**Intervalo de 95% de confiança**
A x B x C	0,496	0,220; 0,681
A x B	0,480	-0,068 - 0,754
A x C	0,452	-0,051; 0,723
B x C	0,554	0,397; 0,679

Os CCI variaram segundo os diferentes especialistas (tabela 31). No caso do especialista C, cerca de 80% da variância observada pode ser atribuída à variabilidade entre o grau de incapacitação associado aos diferentes níveis funcionais; de todos os modelos *fuzzy*, este foi o que mais se aproximou da avaliação direta do especialista.

Os modelos *fuzzy* dos especialistas restantes não apresentaram o mesmo desempenho observado com relação ao especialista C. no caso do especialista B, o CCI apresentou valor mediano. Para o especialista A, a estimativa do CCI foi a menor, e não apresentou significância estatística, ao nível de 5%.

O modelo agregado apresentou concordância semelhante ao especialista C, com uma estimativa pontual do CCI ligeiramente inferior.

Tabela 31 - Estimativas do coeficiente de correlação intraclasse, e respectivos intervalos de 95% de confiança, relativos à análise da concordância entre os valores de *d*, gerados pelos modelos *fuzzy* e direto, segundo especialistas

Especialistas	**Coeficiente de correlação intraclasse**	**Intervalo de 95% de confiança**
A	0,309	-0,065; 0,666
B	0,462	0,249; 0,623
C	0,791	0,218; 0,919
Modelo agregado	0,7419	0,112; 0,899

4.4.3.2.2 Modelos *Fuzzy*, Direto e da Escala da Qualidade do Bem-Estar

Nas análises de concordância relativas aos resultados da Escala da Qualidade do Bem-Estar (QWB), o CCI é interpretado de forma semelhante à comparação entre os modelos *fuzzy* e direto. Nestes casos, os resultados do modelo QWB são utilizados como uma referência para comparação, por dois motivos principais: primeiro, porque o modelo *fuzzy* foi baseado na sua estrutura, tanto conceitual, como operacional; e, segundo, porque trata-se de um modelo cuja validade, segundo diferentes aspectos, já foi demonstrada na literatura (KAPLAN et. al., 1976, 1979, 1983).

Foram considerados somente os 42 níveis funcionais, originalmente avaliados no modelo da QWB.

A concordância entre as estimativas da severidade da incapacitação geradas pelo modelo *fuzzy* e pelo modelo da Escala da Qualidade do Bem-Estar (QWB) variou entre insignificante e razoável, segundo a escala de Landis e Koch (1977), em todas as comparações realizadas. As estimativas pontuais do CCI (as mais baixas, entre todas as análises baseadas no CCI realizadas) variaram entre 0,1 e 0,3. Os respectivos intervalos de 95% de confiança incluíram o valor zero, exceto no caso do modelo agregado (tabela 32). Quanto à precisão das estimativas pontuais do CCI, deve-se atentar para o número reduzido de níveis funcionais analisados.

Já os CCIs concernentes às comparações entre as estimativas da severidade da incapacitação, definidas diretamente sobre a escala de avaliação pelos especialistas, e pelo modelo da Escala da Qualidade do Bem-Estar (QWB), oscilaram entre, aproximadamente, 0,4 e 0,5 (tabela 33).

Tabela 32 - Estimativas do coeficiente de correlação intraclasse, e respectivos intervalos de 95% de confiança, relativos à análise da concordância entre os valores de *d*, gerados pelos modelos *fuzzy* e da Escala da Qualidade do Bem-Estar (QWB)

Modelos	**Coeficiente de correlação intraclasse**	**Intervalo de 95% de confiança**
Especialista A x QWB	0,161	-0,089; 0,439
Especialista B x QWB	0,294	-0,037; 0,564
Especialista C x QWB	0,241	-0,052; 0,504
Modelo agregado x QWB	0,347	0,019; 0,600

Tabela 33 - Estimativas do coeficiente de correlação intraclasse, e respectivos intervalos de 95% de confiança, relativos à análise da concordância dos valores de *d* gerados pelos modelos direto e da Escala da Qualidade do Bem-Estar (QWB)

Modelos	**Coeficiente de correlação intraclasse**	**Intervalo de 95% de confiança**
Especialista A x QWB	0,4332	0,161; 0,646
Especialista B x QWB	0,4515	0,069 ; 0,695
Especialista C x QWB	0,378	0,098; 0,605
Modelo agregado x QWB	0,494	0,233; 0,690

A maior entre as estimativas do CCI diz respeito à comparação entre as médias dos valores definidos pelos especialistas e o QWB. Em seguida, aparecem, em ordem decrescente, os CCIs referentes às comparações entre o QWB e os especialistas B, A e C.

Chamam a atenção os limites inferiores dos intervalos de 95% de confiança das estimativas do CCI, referentes aos especialistas B e C e o modelo QWB, próximos de zero.

4.5 Aplicação dos Resultados do Modelo *Fuzzy*

Foram estimados, a partir de resultados gerados pelo modelo *fuzzy*, dois indicadores de saúde, a expectativa de vida com saúde (*E*) (McDOWELL e NEWELL, 1987), e o número de anos de vida ajustados para incapacidade (DALY) (MURRAY, 1994). Ambos se referem a um grupo de 43 pacientes portadores de mielite associada à infecção pelo HTLV-1 (ARAÚJO et. al., 1995). Como a finalidade dessa análise é estritamente ilustrativa, não há interesse em se estabelecer nenhum tipo de inferência.

A mielite associada ao HTLV-1, também conhecida como paraparesia tropical espástica, é caracterizada por inflamação crônica e progressiva da medula espinhal, a evoluir, após algum tempo, para um processo degenerativo. Embora descrita na literatura médica desde a década de 50 (CRUICKSANK, 1956), a sua associação com a infecção pelo HTLV-1 só foi identificada há cerca de 15 anos (GESSAIN et. al., 1985).

O HTLV-1 é transmitido predominantemente pelas vias parenteral e sexual, assim como pela via vertical. É uma infecção endêmica em diversas partes do mundo, inclusive na América Latina (GOTUZZO et. al., 2000). No Brasil, estima-se uma prevalência da ordem de 0,4% na população adulta, segundo estudos realizados com doadores de sangue (LEE et. al., 1989).

Dentre as diversas doenças associadas ao HTLV-1, a mielite (HAM/TSP - "HTLV-1 Associated Mielopathy / Tropical Spastic Paraparesis") e a leucemia/linfoma de células T adultas são as mais freqüentes. Embora a história natural da infecção pelo HTLV-1 não seja devidamente conhecida, estima-se que cerca de 1 a 4% dos indivíduos infectados desenvolvem HAM/TSP (GOTUZZO et. al., 2000).

Clinicamente, a mielite caracteriza-se, em essência, pela presença de paraparesia espástica, com diminuição dos reflexos profundos, alterações da sensibilidade profunda e disfunção vesical severa (ARAÚJO et. al., 1995); estas manifestações acarretam, freqüentemente, limitações funcionais importantes.

Os dados relativos ao grupo dos 43 pacientes considerados nesta análise são apresentados na tabela 34, a seguir.

Tabela 34 - Pacientes portadores de mielite associada ao HTLV-1, segundo categorias da duração da doença (ARAÚJO et. al., 1995)

Grupos*	**Duração média da doença (meses)**	**Sexo (M/F)**	**Idade média (anos)**	**DSS ** médio**
1	26,2	12/7	48,4	4,61
2	90,8	5/8	47,3	4,46
3	204,7	3/8	48,9	5,27

* Grupo 1: ⩽ 60 meses de evolução; grupo 2: ⩾ 61 e ⩽ 120 meses de evolução; grupo 3: ⩾ 121 meses de evolução.

** Escala de incapacidade de Kurtzke ("Kurtzke's disability status scale - DSS")

O grau de incapacitação funcional no momento da primeira consulta foi avaliado através da escala de incapacidade de Kurtzke ("Kurtzke's disability status

scale - DSS") (KURTZKE, 1965), escala de nível ordinal, composta por 10 categorias ou graus de disfunção neurológica, dispostos em ordem crescente; os valores extremos 0 e 10 representam, respectivamente, a função neurológica normal e a morte. Originalmente desenvolvida para a avaliação de pacientes portadores de esclerose múltipla, a escala de Kurtzke foi utilizada, em mais de uma ocasião, para a avaliação de pacientes com HAM/TSP (ARAÚJO et. al., 1995).

Aos grupos 1 e 2 atribui-se, por ora, um valor da escala DSS igual a 4,5, ou seja, intermediário entre as categorias 4 e 5, e o grupo 3 foi caracterizado como grau 5; ambas as categorias são descritas no quadro 2.

Quadro 2 - Categorias da escala de incapacidade de Kurtzke (1965)

4 - A incapacidade é relativamente severa, embora passível de tratamento estritamente ambulatorial. O paciente é auto-suficiente e capaz de manter-se em atividade por cerca de 12 horas ao dia

5 - A incapacidade é severa o bastante para diminuir a capacidade diária de trabalho, na ausência de instalações apropriadas. O paciente consegue andar, sem auxílio, por não mais que alguns quarteirões.

A partir da descrição das categorias relacionadas aos valores médios do DSS (tabela 35), foram definidos os valores de entrada do modelo *fuzzy*. O DSS médio igual a 4,5 correspondeu a um nível funcional caracterizado pela mobilidade entre pouco limitada e plena, a atividade física entre pouco limitada e plena, e a atividade social pouco limitada. Já o DSS igual a 5 foi associado a uma condição em que a mobilidade situava-se entre pouco limitada e limitada, a atividade física era pouco limitada, e a atividade social entre limitada e muito limitada.

Tabela 35 - Valores atribuídos, nas escalas de avaliação *fuzzy*, aos níveis funcionais representados pela escala de Kurtzke, e seus respectivos graus de pertinência aos subconjuntos *fuzzy* definidores do grau de incapacitação

	Mobilidade						**Atividade Física**						**Atividade Social**				
DSS médio	x	M_1	M_2	M_3	M_4	M_5	y	F_1	F_2	F_3	F_4	z	S_1	S_2	S_3	S_4	S_5
4,5	**8,0**	0,0	0,0	0,0	0,7	0,0	**8,5**	0,0	0,0	0,3	1,0	**8,5**	0,0	0,0	0,0	1,0	0,2
5	**6,5**	0,0	0,0	0,3	0,7	0,0	**6,5**	0,0	0,0	1,0	0,0	**4,7**	0,0	0,1	0,8	0,5	0,0

Seus respectivos valores referentes a cada uma das escalas de avaliação, assim como os graus de pertinência relativos aos diferentes subconjuntos *fuzzy*, são apresentados na tabela 35. Utilizou-se o modelo *fuzzy* agregado, baseado nos valores médios.

As estimativas do grau de incapacitação *d*, associadas aos pacientes dos grupos 1 e 2 (DSS médio = 4,5) e 3 (DSS médio = 5,0) foram, respectivamente, 6,7 e 5,2.

Para o cálculo dos indicadores *E* e *DALY*, as estimativas geradas pelo modelo *fuzzy* foram adaptadas à escala entre 0 e 1, e corresponderam, portanto, a 0,67 e 0,52. Além disso, para fins desta análise, considerou-se a idade em que se iniciaram os sintomas, definida pela subtração do tempo correspondente à duração média da mielite, em relação à idade em que se deu o diagnóstico, para cada um dos três grupos de pacientes (tabela 34); assumiu-se que o grau da incapacitação funcional *d* manteve-se inalterado, desde o início dos sintomas.

Por fim, as expectativas de vida, específicas por faixa etária e sexo, foram definidas tal como no modelo da Carga de Doenças (MURRAY, 1996); as expectativas de vida ao nascer, para homens e mulheres, foram iguais a 80 e 82 anos, respectivamente.

A expectativa de vida com saúde foi estimada de acordo com a equação (1).

O número de *DALYs* foi calculado de acordo com a equação (6). Os valores das constantes C, β e *r*, foram, respectivamente, 0,1658, 0,04 e 0,03, tal como no modelo da Carga de Doenças; os resultados são apresentados na tabela 36.

A expectativa de vida com saúde (*E*) expressa a perda da qualidade vida de um paciente, através da redução do seu respectivo tempo de vida efetivamente

esperado por viver, correspondente ao valor de *e*. No caso dos pacientes que, ao adoecerem, tinham idade 30 e 34 anos, a perda corresponde a 24,2 anos. Em outras palavras, a expectativa de 50,5 anos de vida, na condição funcional decorrente da mielite pelo HTLV-1, corresponde a apenas 26,3 anos de vida com saúde plena.

Tabela 36 - Expectativa de vida (*e*), expectativa de vida com saúde (*E*) e anos de vida ajustados em função da incapacidade (*DALY*), segundo idade (faixa etária) do início dos sintomas da mielite associada à infecção pelo HTLV-1

			Sexo masculino			**Sexo feminino**		
Faixa etária	**DSS médio**	***d***	***e***	***E***	**DALYs**	***e***	***E***	**DALYs**
30 - 34	5,0	0,52	50,5	26,3	13,6	53,3	27,7	13,7
40 - 44	4,5	0,67	40,6	27,2	8,7	43,5	29,2	9,0
45 - 49	4,5	0,67	35,8	24,0	8,0	38,7	25,9	8,4

Em todas as faixas etárias, as perdas são expressivas, e correspondem , proporcionalmente, aos valores de *d*.

Os *DALYs* expressam o tempo de vida perdido, em anos, ajustados em função do grau da incapacidade, e corrigidos com relação ao seu "valor" atual.

No caso de uma mulher, com idade entre 30 e 34 anos, por exemplo, a sua expectativa de vida seria de 53,3 anos. Numa situação extrema, na qual ela falecesse por uma complicação associada à HAM/TSP, ela deixaria de viver 53,3 anos potenciais de vida, mas, somente 28,6 *DALYs*. Ou seja, os 53,3 anos futuros correspondem a 28,6 atuais, considerando-se a taxa de desconto anual, utilizada

nesta análise, de 3,0% ao ano; assim, os *DALYs* serão sempre inferiores às estimativas de vida com saúde.

Ao todo, seriam perdidos 180 *DALYs* entre os homens, e 241 entre as mulheres; as perdas mais elevadas entre as mulheres devem-se à maior proporção de mulheres entre os casos de HAM/TSP, na faixa dos 30 a 34 anos, no início da doença, e também às expectativas de vida mais elevadas do sexo feminino.

5 DISCUSSÃO

Apesar dos avanços consideráveis com relação ao desenvolvimento de indicadores de saúde e de qualidade de vida, ao longo das últimas décadas, certos aspectos, de natureza teórica, conceitual e metodológica, ainda são motivo de críticas e controvérsias (McDOWELL & NEWELL, 1987). Uma das questões centrais deste debate diz respeito à viabilidade de se expressar quantitativamente, através de indicadores ou índices, conceitos de natureza essencialmente qualitativa. Tais conceitos são usualmente representados por expressões lingüísticas, de significados marcados pela subjetividade e pela imprecisão.

O objetivo principal deste trabalho foi o desenvolvimento de um modelo *fuzzy* para a mensuração do grau de incapacitação funcional. Os principais aspectos relacionados à estrutura e à operação do mesmo foram apresentados, e são considerados evidências preliminares com relação à viabilidade do modelo. Os resultados, por sua vez, são fruto de análises de cunho exploratório, e têm finalidade essencialmente descritiva.

Com segurança, pode-se afirmar que os resultados, até este momento, representam tão somente os três especialistas envolvidos neste trabalho. Não há intenção de se fazer nenhum tipo de generalização, tendo-se em vista as limitações dos resultados disponíveis, em relação tanto à precisão estatística quanto à validade.

Quanto à precisão, os limites têm origem no número reduzido de participantes; a ampliação desse número é necessária, portanto, na realização de estudos subseqüentes

Quanto à validade, inúmeras suposições podem ser levantadas, em relação a diferentes populações alvo. Serão os modelos estruturados por outros especialistas

médicos - como fisiatras, cardiologistas e oncologistas - semelhantes aos dos neurologistas? Senão, em que irão diferir? Questões semelhantes podem ser ainda dirigidas a outros profissionais da área da saúde, como fisioterapeutas e enfermeiros, assim como aos pacientes e seus familiares.

A ampliação do espectro de grupos populacionais investigados remete a uma outra questão, não menos importante, e relativa à elaboração de um modelo consensual.

Neste trabalho, utilizou-se um modelo agregado, baseado em valores médios, como uma aproximação de um modelo consensual entre os três neurologistas. Porém, um modelo genuinamente consensual pressupõe a oportunidade dos especialistas refletirem sobre as suas opiniões, e de, eventualmente, alterá-las. Estas alterações podem não ser adequadamente representadas por valores médios, e assim, podem perpetuar, em diferentes intensidades, inconsistências não percebidas inicialmente. Não obstante, a literatura mostra exemplos de aplicação de valores médios, em ambientes *fuzzy* (GENAIDY et. al., 1998), que tem, a seu favor, a simplicidade de operação.

Justificam-se, portanto, a realização de estudos comparativos, com uso de metodologias apropriadas para a obtenção do consenso entre especialistas (LEVINE, 1984), e as abordagens mais simples, como a utilizada neste estudo.

É importante lembrar que a concordância intra-observadores não foi objeto de análise deste trabalho, e deverá ser abordada em estudos posteriores.

O modelo *fuzzy*, por ora proposto, busca emular o raciocínio envolvido na avaliação do grau da incapacitação funcional associado a diferentes condições de saúde. Trata-se de uma adaptação do modelo da Escala de Avaliação do Bem-Estar

(QWB) (PATRICK et. al., 1973), preservada a estrutura conceitual de origem da mesma, e constitui uma alternativa ao processo de mensuração de aspectos relacionados à saúde e à qualidade de vida.

Os resultados, por ora apresentados, mostraram a viabilidade do modelo *fuzzy*, ao menos no contexto em que se desenvolveu este trabalho.

Inicialmente, os especialistas expressaram uma certa estranheza ao lidar com os conceitos da lógica e da teoria de conjuntos *fuzzy*, estranheza aparentemente associada à pouca familiaridade com os mesmos. A proximidade destes conceitos com diferentes aspectos da prática médica, particularmente no que se refere ao processamento de informações para fins diagnósticos, contribuiu para que os conceitos fossem compreendidos, senão formalmente, ao menos quanto à sua aplicação em situações concretas.

Ultrapassadas as etapas iniciais, os neurologistas participantes mostraram-se, pouco a pouco, mais à vontade frente aos conceitos essenciais da lógica *fuzzy*, e conseguiram incorporá-los ao desenvolvimento dos seus respectivos modelos. As escalas de avaliação *fuzzy* constituem um bom exemplo desse processo.

Os especialistas puderam expressar suas incertezas sobre as escalas ao definirem as funções de pertinência aos conjuntos *fuzzy*. Assim, os limites entre os conjuntos adjacentes foram definidos de maneira imprecisa, na maioria das vezes, e isso permitiu que certos valores da escala de avaliação apresentassem pertinência não-nula a mais de um conjunto, simultaneamente. Deste modo, o modelo *fuzzy* incorpora, na sua estrutura, as incertezas intrínsecas às avaliações dos especialistas.

Neste sentido, quando comparado ao modelo original QWB, o modelo *fuzzy* tornou as escalas de avaliação mais adequadas para a representação de variações dos níveis funcionais.

No modelo original da QWB, os níveis funcionais são definidos como categorias mutuamente excludentes, e representados por valores exatos na escala de avaliação. Conseqüentemente, a variação entre eles se dá de forma abrupta.

Entretanto, tais variações são caracterizadas, muitas vezes, por transições graduais entre os extremos da função plena, e da sua ausência total e irreversível, caracterizada pela morte. No modelo *fuzzy*, os níveis funcionais correspondem a intervalos de valores, os quais os representam, com maior ou menor intensidade, de acordo com os respectivos graus de pertinência. Neste contexto, podem ser representadas tanto as variações lentas e progressivas, associadas, por exemplo, à evolução do diabetes, como aquelas tipicamente abruptas, como as conseqüentes às lesões por causas externas.

Ao contrário do modelo QWB, no modelo *fuzzy* o processo de avaliação dos níveis funcionais foi fragmentado em diferentes etapas. A estruturação do modelo envolveu a definição das funções de pertinência e das regras *fuzzy*. Nestas etapas estabeleceram-se as interfaces entre diferentes expressões lingüísticas, correspondentes aos conjuntos *fuzzy*, e suas respectivas representações numéricas, sobre a escala de avaliação. Assim, é mais simples identificar eventuais inconsistências, e ajustar o processo de avaliação, principalmente num modelo com múltiplas entradas, que devem ser consideradas simultaneamente.

Do ponto de vista da computação, não houve problemas na operação do modelo; utilizamos computadores tipo PC, mesmo alguns modelos mais antigos. É

necessário, futuramente, aperfeiçoar a interface entre o programa computacional e o especialista. Além dos resultados das avaliações serem produzidos e apresentados de imediato, é importante facilitar a realização dos ajustes, quando necessários.

As funções de pertinência representam, na opinião dos especialistas, as relações entre os valores das escalas de avaliação e os conjuntos *fuzzy*, correspondentes às expressões lingüísticas utilizadas na caracterização da mobilidade, da atividade física e da atividade social, e do grau de incapacitação.

A análise da concordância entre os especialistas mostrou resultados heterogêneos, variou segundo as diferentes dimensões do conceito de saúde, e a localização dos conjuntos *fuzzy* nas respectivas escalas de avaliação.

A atividade física foi a dimensão na qual se observaram as proporções de concordância mais elevadas. Ao menos parcialmente, tal desempenho pode explicar-se por estar a atividade física intimamente relacionada com a função nervosa, e ser, portanto, objeto da atenção, quase que cotidiana, dos neurologistas.

Em contrapartida, os especialistas demonstraram certa dificuldade na interpretação do conceito de atividade social, e também na diferenciação de mobilidade e atividade física, tal como definidas no modelo original da Escala de Avaliação da Qualidade do Bem-Estar.

Tais dificuldades poderiam explicar, ao menos em parte, as baixas concordâncias observadas entre os conjuntos M_i e S_k, principalmente aqueles representados pelos valores mais intermediários das escalas de avaliação.

Um dos especialistas mencionou sentir-se mais seguro - no sentido de ter mais certeza - ao definir os graus de pertinência dos elementos da escala de avaliação em relação aos conjuntos localizados nos seus extremos, independente da

dimensão em foco. Assim, só após definir as funções de pertinência dos conjuntos extremos, ele passava ao mapeamento daqueles intermediários.

Se realmente os especialistas tendem a concordar mais ao definirem as funções de pertinência dos conjuntos representantes dos níveis funcionais extremos, como observado nos casos da mobilidade e da atividade social, é uma questão a ser investigada. Este padrão foi menos evidente com relação aos conjuntos descritores do grau de incapacitação, e não se o observou na atividade física, onde, em geral, a concordância mostrou-se mais elevada.

A atividade física foi a única dimensão subdividida em quatro conjuntos *fuzzy*, um a menos que as demais. Levanta-se, então, a suposição de que escalas de avaliação mais simples, com menos conjuntos *fuzzy*, particularmente os de posição intermediária, estariam associadas à melhores padrões de concordância entre os especialistas. Esta suposição seria amparada pelos resultados relativos às dimensões da mobilidade e da atividade social, e, em menor grau, por aqueles referentes ao grau de incapacitação funcional.

Os níveis de concordância entre os especialistas, particularmente aqueles observados em relação às dimensões da atividade física e do grau de incapacitação funcional, e aos conjuntos extremos das dimensões da atividade social e da mobilidade, foram considerados satisfatórios. E, à primeira vista, sustentam a hipótese da viabilidade do modelo *fuzzy* proposto. Estudos subseqüentes são necessários, tanto para se aperfeiçoar o entendimento dos problemas identificados, como para confirmar os achados considerados favoráveis.

Por vezes, os especialistas acabavam por introduzir a dimensão do prognóstico na avaliação dos níveis funcionais, mesmo em contraposição às orientações iniciais, as quais foram reiteradas, sempre que necessário.

Em geral, a concordância entre os especialistas, em relação à definição das regras *fuzzy*, foi razoável. Tal como observado na definição das funções de pertinência aos conjuntos *fuzzy*, a concordância tendeu a ser melhor quando os neurologistas utilizaram conjuntos descritores de graus de incapacitação extremos.

Embora seja freqüentemente utilizado nas análise de concordância a envolver variáveis categóricas, o coeficiente kappa deve ser interpretado com cautela. Além das proporções de eventos concordantes, os valores de κ tendem a aumentar junto com a elevação da prevalência dos eventos analisados (SKLO e NIETO, 2000).

Os três especialistas avaliaram uma única lista, composta pelas mesmas 100 regras *fuzzy*. Sendo assim, a prevalência das diferentes expressões do grau de incapacitação funcional pode ser considerada, a princípio, constante, dentro do conjunto de regras avaliadas.

Entretanto, as regras foram ordenadas de tal forma que, à medida em que eram definidas, aumentava a freqüência, ou a prevalência, de condições mais severas, em detrimento daquelas mais brandas. Os coeficientes relativos à concordância no uso dos conjuntos descritores de condições mais incapacitantes, foram maiores no grupo das 50 últimas regras, entre as quais a freqüência de expressões mais severas do grau de incapacitação também era mais elevada. Já em relação aos conjuntos descritores de condições pouco, ou não-incapacitantes, a situação se inverteu: seus respectivos coeficientes κ foram mais elevados ao se

considerar as primeiras 50 regras, entre as quais a freqüência de condições pouco, ou não-incapacitantes, era mais alta.

A variação dos coeficientes κ ao longo do processo de avaliação das regras *fuzzy* reforça, portanto, a suposição de que a ordenação das regras *fuzzy*, por ora empregada, pode ter influenciado na análise da concordância; a pergunta sobre a extensão dessa influência não pode ser respondida, neste momento.

Investigações subseqüentes são necessárias, empregando-se, por exemplo, mais de uma lista de regras, ordenadas aleatoriamente. Além disto, a apresentação de algumas das condições, selecionadas ao acaso, antes daquelas alvo da investigação propriamente dita, seria útil para contornar outros problemas identificados, como o da familiarização do especialista com o processo de avaliação.

Além da prevalência dos eventos analisados, o coeficiente kappa depende da distribuição dos valores marginais da tabela de contingência. Paradoxalmente, valores elevados do coeficiente kappa são observados quando tais freqüências não estão balanceadas, ou seja, quando as proporções das categorias afins aos eventos analisados diferem segundo os especialistas (SKLO e NIETO, 2000).

Como já se mencionou, as proporções de regras *fuzzy*, segundo os conjuntos utilizados para descrever o grau de incapacitação, variou entre os três especialistas. Os especialistas B e C foram as mais discordantes neste aspecto, e, justamente entre elas, observou-se o mais elevado dos coeficientes kappa (κ = 0,654), indicativo de uma concordância substancial (LANDIS e KOCH, 1977). Nas comparações a envolver o especialista A, quando as freqüências marginais tenderam a ser mais balanceadas, os coeficientes kappa apresentaram valores inferiores.

É possível, portanto, os valores de κ observados não refletirem adequadamente o padrão de concordância existente entre os especialistas, quanto à definição das regras *fuzzy*; mais precisamente, a concordância entre os especialistas, considerados dois a dois, pode ser mais homogênea do que sugerido pelos resultados observados inicialmente.

A opção pelo coeficiente kappa ponderado guardou coerência com a estrutura *fuzzy* do modelo apresentado. Ao mapearem as escalas de avaliação, os especialistas estabeleceram relações diferenciadas entre os conjuntos *fuzzy* adjacentes: a não ser em conjuntos adjacentes, a interseção entre dois conjuntos *fuzzy*, em uma mesma escala, resultava sempre em um conjunto vazio.

Estas relações diferenciadas são a representação quantitativa da imprecisão intrínseca à delimitação entre dois níveis funcionais imediatamente subseqüentes, os quais podem caracterizar, simultaneamente, uma mesma condição. Assim, a discordância entre dois especialistas, representada por conjuntos I_l adjacentes numa mesma regra *fuzzy*, foi considerada "menor" do que as demais; o peso aplicado a estas situações (0,5), embora definido arbitrariamente, reflete uma posição intermediária entre os extremos de concordância e discordância plenas, representados por 1,0 e 0,0, respectivamente.

Na operação dos modelos *fuzzy*, poucas foram as situações em que os especialistas manifestaram incertezas nas suas avaliações. Os valores das escala de avaliação atribuídos aos diferentes níveis funcionais da mobilidade, e das atividades física e social, eram, em sua maioria, característicos de apenas um conjunto *fuzzy*. Ou seja, os especialistas não tiveram dúvidas ao caracterizá-los através de uma única expressão do grau de incapacitação, representadas pelos respectivos conjuntos *fuzzy*.

Conseqüentemente, os 100 níveis funcionais avaliados foram caracterizados, quase sempre, por apenas um conjunto *fuzzy* descritor do grau de incapacitação, tal como definido originalmente.

No caso dos especialistas B e C, as estimativas do grau de incapacitação funcional d restringiram-se a apenas 5 valores, obtidos pela defuzificação dos 5 conjuntos I_l. A variabilidade restrita dos resultados significou pouca discriminação entre os níveis funcionais avaliados; o mesmo ocorreu com o modelo agregado.

A exceção foi o especialista A que, ao avaliar o nível funcional 4 da atividade social ("executou as atividades principais; praticou as outras atividades, mas com limitações"), atribuiu-lhe um valor da escala de avaliação intermediário entre dois conjuntos *fuzzy* S_k. Assim, os resultados gerados pelo modelo *fuzzy* do especialista A foram mais variados. A figura 23 mostrou, através de gráficos, um exemplo da operação do modelo *fuzzy*, neste caso.

Alguns aspectos relacionados à estruturação do modelo *fuzzy* podem estar associados aos padrões mencionados. O número de conjuntos *fuzzy* correspondeu, exatamente, à quantidade de níveis funcionais das dimensões da mobilidade, da atividade física e da atividade social. Assim, ao avaliá-los separadamente, os especialistas pareceram resgatar as correspondências entre os níveis funcionais e os conjuntos *fuzzy*, sobre as quais o modelo foi estruturado.

Quanto às estimativas do peso d, a concordância entre os resultados gerados pelos modelos *fuzzy* dos três especialistas foi substancial (CCI = 0,666); entre cada dois especialistas, as estimativas pontuais do CCI situaram-se no intervalo entre 0,5 e 0,8.

A concordância foi melhor nas análises relativas ao especialista C, em particular, quando comparada ao especialista B. A mais fraca das concordâncias, observada entre os especialistas A e B, foi considerada moderada (CCI = 0,546), de acordo com a escala de Landis e Koch (1977).

Quanto ao modelo direto, a concordância entre os especialistas foi sempre mais fraca do que a do modelo *fuzzy*. As estimativas pontuais do CCI, neste caso, variaram entre. 0,45 e 0,55, valores estes que indicam um nível moderado de concordância.

É possível que o modelo *fuzzy*, ao incorporar à sua estrutura a imprecisão inerente ao processo de mensuração investigado, acabe por gerar estimativas do grau de incapacitação menos suscetíveis à variabilidade entre os especialistas. Os padrões de concordância entre os especialistas, observados em relação à definição das funções de pertinência e das regras *fuzzy*, sustentam, ao menos em parte, tal suposição.

Por outro lado, a excessiva repetição das estimativas do grau de incapacitação *d*, geradas pelos modelos *fuzzy*, parece estar associada às diferenças observadas quanto à concordância entre os especialistas, nos dois modelos analisados.

Como mencionado anteriormente, observa-se, na figura 24, que as estimativas geradas pelos especialistas B e C, embora próximas, restringem-se a poucos valores da escala de avaliação, e aparecem, repetidamente, associadas a diversos níveis funcionais. O especialista A, por sua vez, gerou resultados mais variados, distanciando-se da demais especialistas. Já os resultados gerados a partir do modelo direto apresentam maior dispersão (figura 25). Nota-se que o especialista A gerou, com mais freqüência, estimativas mais elevadas do grau de incapacitação. Ao

contrário, o especialista C atribuiu, em maior proporção, valores menores para *d*, distantes com relação aos do especialista A. O especialista B, por sua vez, optou por valores intermediários.

Os padrões de concordância entre especialistas, observados em relação aos resultados do modelo *fuzzy* devem, portanto ser interpretados com cautela. Níveis elevados de concordância, embora necessários, não são suficientes para validar um modelo. Ainda mais quando se associam a certas características indesejáveis, como a redução da sua capacidade de discriminação.

Apesar da pouca variabilidade, os resultados do modelo *fuzzy* mostraram-se bem ajustados aos respectivos valores definidos através do modelo direto, nos casos do especialista C e do modelo agregado. Quanto ao especialista B, a concordância entre os dois modelos ocorreu em menor intensidade. Nas três situações, as estimativas (*d*), definidas através do modelo direto, dispersaram-se entre as faixas de (poucos) valores repetidos dos modelos *fuzzy*.

Já os resultados do especialista A indicaram uma concordância fraca, ou mesmo ausente. Como o mostra a figura 26, as estimativas do grau de incapacitação *d* produzidas pelo modelo *fuzzy* foram nitidamente menores do que as definidas pelo método direto.

A concordância entre os modelos *fuzzy* e o da Escala da Qualidade do Bem-Estar foi fraca, mesmo no caso do modelo agregado, o único cuja estimativa do CCI apresentou significância estatística. Entre os modelos direto e QWB, a concordância foi mais forte, situando-se, porém, num nível moderado.

Apesar do modelo *fuzzy* ser uma adaptação da Escala da Qualidade do Bem-Estar - e, por conseguinte, o modelo direto também -, algumas diferenças de ordem

conceitual, e também operacional, podem explicar os padrões de concordância observados.

O modelo original (QWB) é composto por uma dimensão a mais do que o modelo *fuzzy*. Nessa dimensão, considera-se a presença de sintomas e de outros problemas de saúde, de natureza e intensidade diversos. Assim, o impacto de problemas como cefaléia, zumbidos, fraqueza, dores em geral e rigidez, sobre a qualidade de vida, também é considerado, principalmente quando as demais dimensões não chegam a ser afetadas (KAPLAN et. al., 1989).

No modelo QWB, os níveis funcionais foram apresentados aos avaliadores de maneira distinta. Além das descrições dos níveis funcionais da mobilidade, da atividade física e da atividade social, utilizadas neste trabalho, incluiu-se, sistematicamente, a descrição de um agrupamento de sintomas, ou de problemas de saúde inespecíficos, assim como a faixa etária do suposto indivíduo.

Por incluir uma dimensão a mais, os pesos associados a cada um dos níveis funcionais definidos com base nas três dimensões *M, F* e *S* variam, no modelo QWB, dentro de um intervalo de valores mais restrito na escala de avaliação, mais especificamente, de 0,437 a 0,743. As faixas restantes eram preenchidas com os pesos associados à quarta dimensão, relativa à presença de sintomas e outros problemas de saúde.

Os pesos foram definidos por enfermeiras e por estudantes universitários; estes últimos nunca haviam passado por nenhum treinamento médico.

A simulação da aplicação dos resultados do modelo *fuzzy* serviu como exemplo da sua relevância, no contexto da saúde pública.

Os indicadores de saúde tradicionalmente utilizados são bastante sensíveis para identificar problemas de saúde cuja mortalidade é expressiva. Assim, a relevância de problemas de saúde incapacitantes, mas pouco letais, acaba por não ser devida reconhecida, exceto nos meios mais restritos a especialistas, como no caso da mielite associada à infecção pelo HTLV-1. Medidas como a expectativa de vida com saúde e o *DALY*, embora passíveis de críticas, representam um passo no sentido da realização de análises mais abrangentes, no âmbito da saúde pública. No Brasil, em particular, esta é uma necessidade premente, pois estima-se haver cerca de 16 milhões de brasileiros com deficiência física, sensorial ou mental (LEITÃO, 2000).

É essencial, entretanto, serem todas as premissas subjacentes a estes modelos devidamente compreendidas, e ajustados os seus parâmetros aos diferentes contextos nos quais os modelos venham a ser aplicados.

Figura 24 - Estimativas do grau de incapacitação *d* associadas a diferentes níveis funcionais, geradas através do modelo fuzzy, segundo especialistas

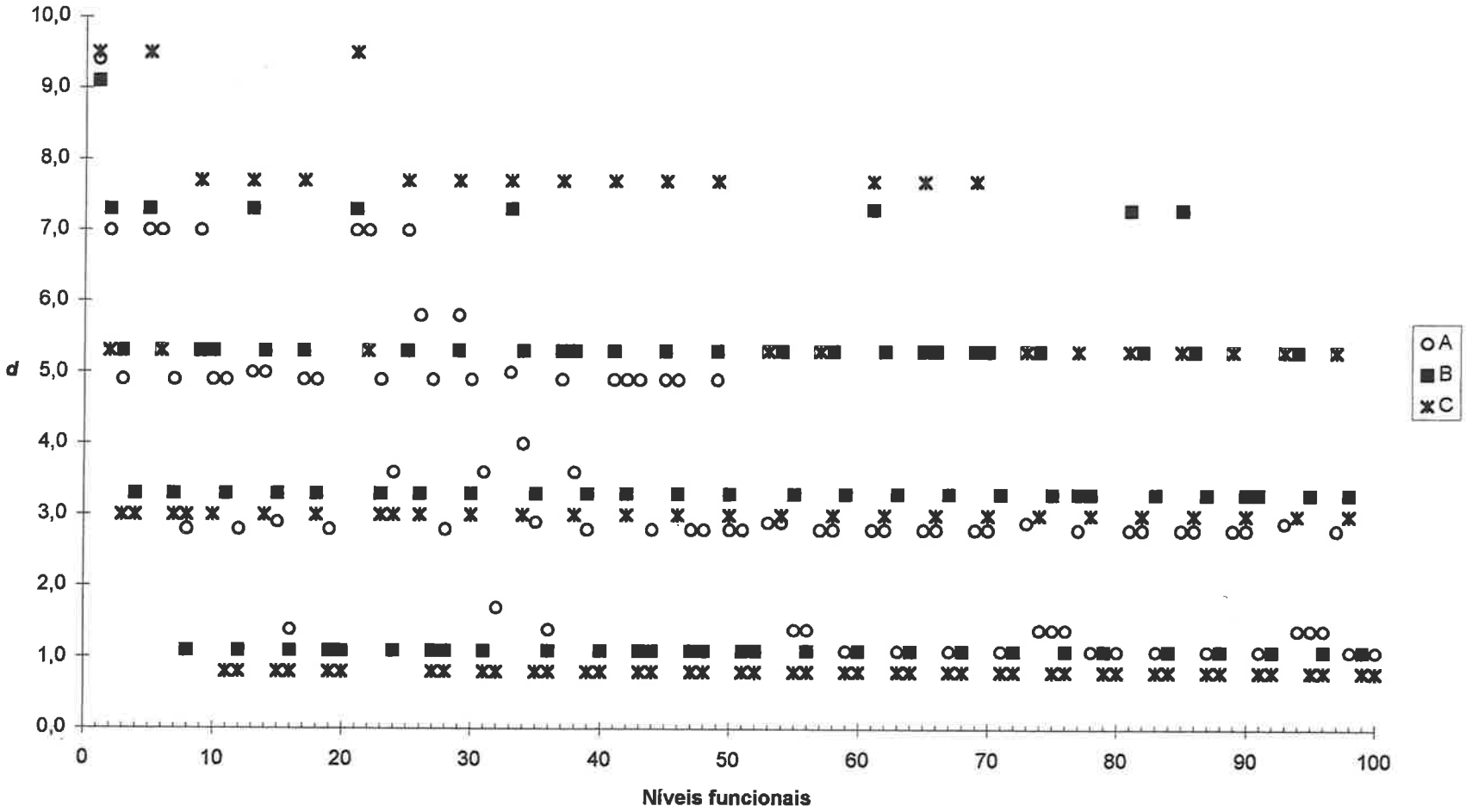


Figura 25 - Estimativas do grau de incapacitação *d* associadas a diferentes níveis funcionais, geradas através do modelo direto, segundo especialistas

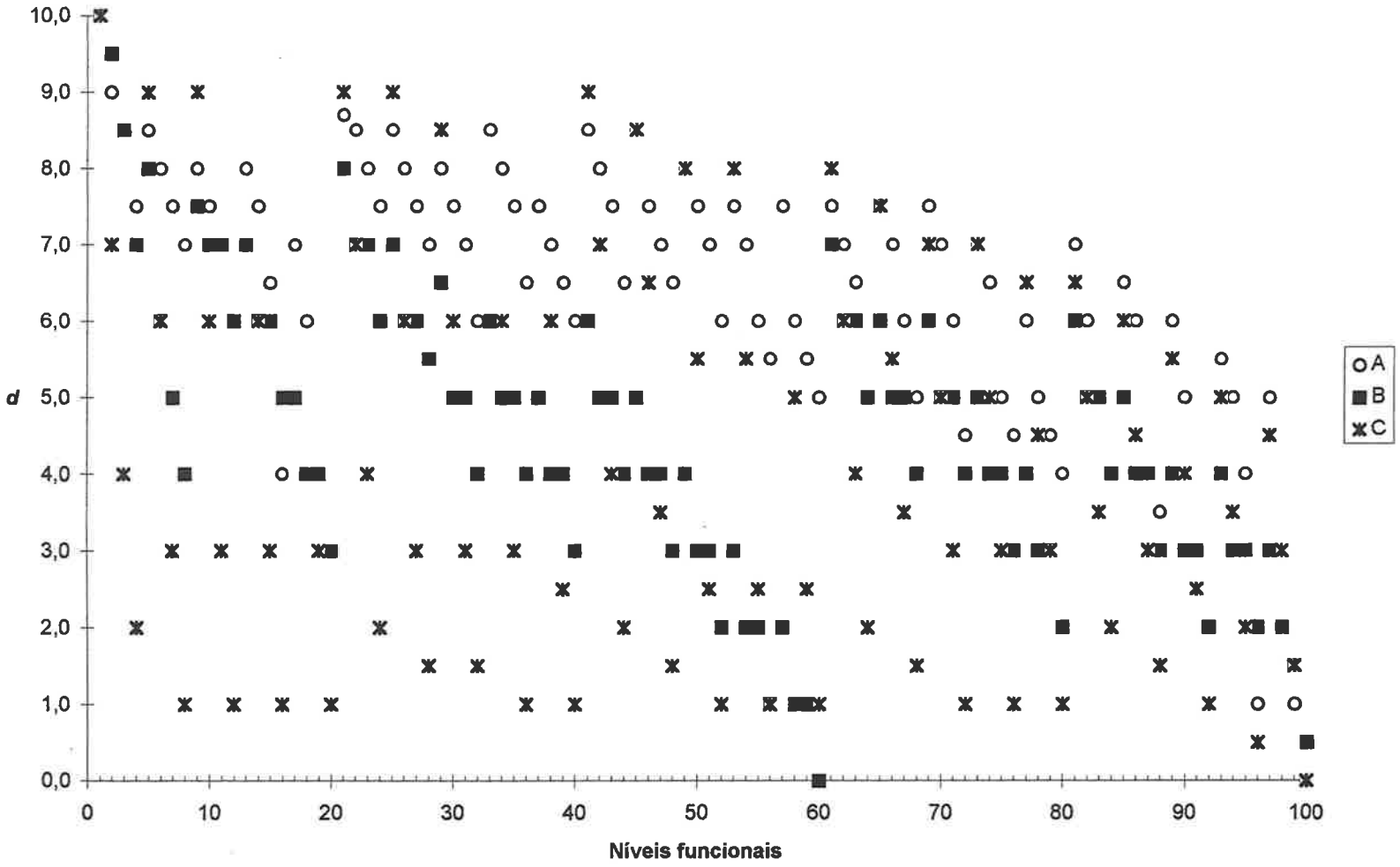
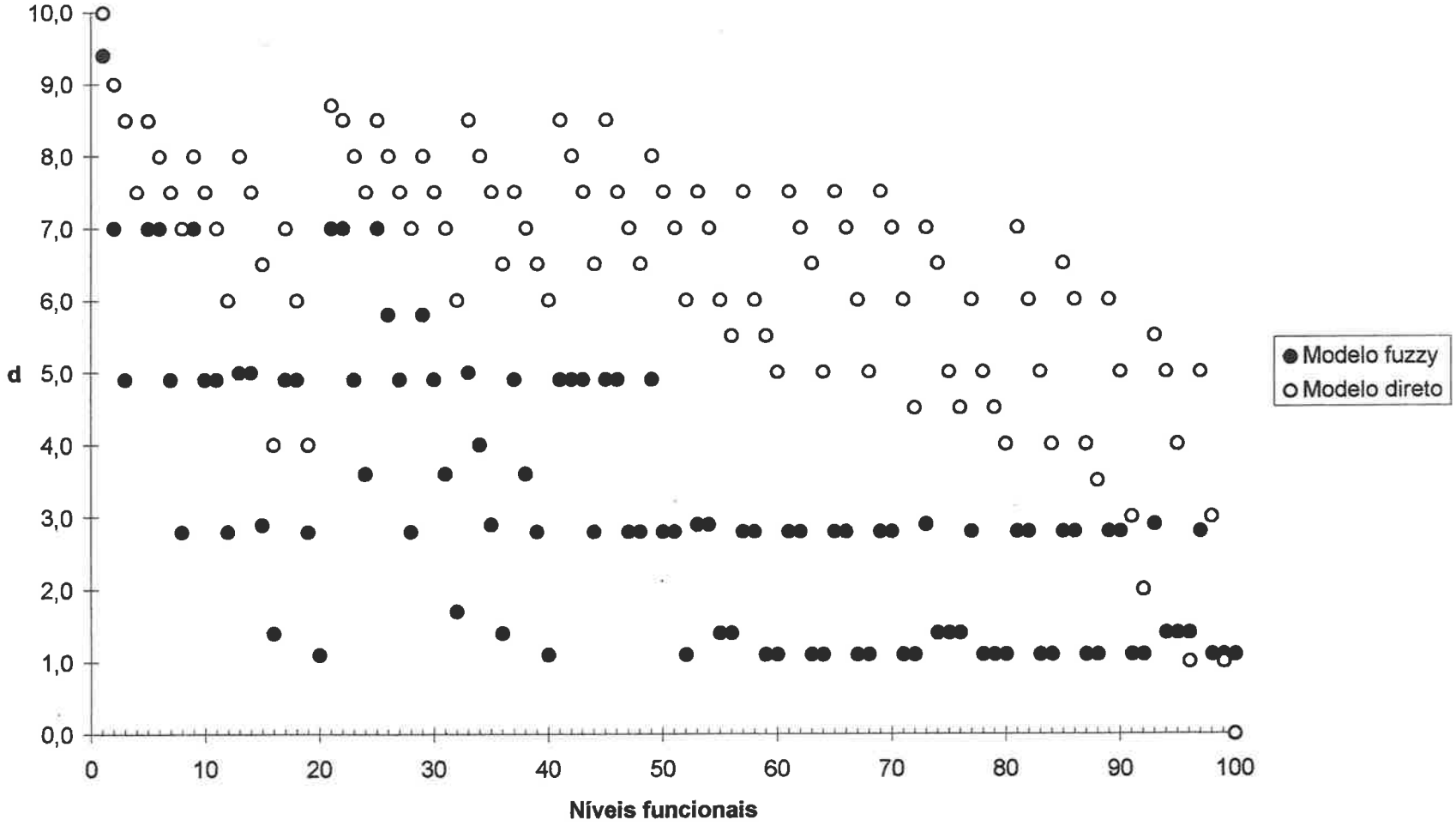


Figura 26 - Estimativas do grau de incapacitação *d* associadas a diferentes níveis funcionais, geradas através dos modelos *fuzzy* e direto, especialista A



6 CONCLUSÕES

O modelo *fuzzy*, por ora proposto, representa uma alternativa ao processo de mensuração de aspectos relacionados à saúde e à qualidade de vida. Tais aspectos são, via regra, envoltos por incertezas, imprecisões e subjetividades, em diversos graus. A aplicação da lógica *fuzzy* é particularmente útil nestes contextos, por ser mais adequada para o tratamento de verdades parciais.

Em termos conceituais, a consistência do modelo *fuzzy* repousa sobre a estrutura do modelo da Escala da Qualidade do Bem-Estar, com base na qual foi elaborado. Os resultados apresentados mostraram a viabilidade desse modelo, do ponto de vista operacional, com destaque para a simplicidade na operação do mesmo.

A concordância entre os especialistas, quanto aos diversos aspectos analisados, foi satisfatória, principalmente em se tratando de um estudo preliminar. É necessário considerar as ressalvas apresentadas. Justifica-se, assim, a realização de investigações futuras, voltadas, também, para a análise da concordância intra-observador.

Quanto à concordância entre métodos, o modelo *fuzzy* mostrou-se aparentemente bem ajustado às avaliações dos especialistas. Porém, este achado pode estar associado à excessiva repetição das estimativas do grau de incapacitação, o que, por si só, já não é desejável. Por fim, a baixa concordância observada em relação ao modelo da Escala da Qualidade do Bem-Estar pode ser explicada pelas diferenças entre os modelos, tanto de estrutura como de natureza operacional.

Os resultados gerados pelo modelo *fuzzy* são de grande relevância para fins de saúde pública, particularmente na avaliação da magnitude de problemas de saúde não-letais, e do impacto das intervenções voltadas para os mesmos.

REFERÊNCIAS

Araújo, AQC, Leite, ACCB, Dultra, SV, Andrada-Serpa, MJ. Progression of neurological disability in HTLV-1-associated myelopathy / tropical spastic paraparesis (HAM/TSP). **J. Neurol. Sci.** 1995; 129: 147-151.

Barnum H. Evaluating healthy days of life gained from health projects. **Soc Sci Med**. 1987; 24: 833-41.

Berg RL. Weighted life expectancy as a health status index. **Health Services Research**. 1973; 8: 153-56.

Bergner M. Measurement of health status. **Med Care** 1985; 23: 696-704.

Brasil. Resolução nº 196 de 10 de outubro de 1996. Conselho Nacional de Saúde regulamenta pesquisas envolvendo seres humanos. 1996.

Bush JW, Chen MM, Patrick DL. Health Status Index in cost effectiveness: analysis of PKU program. In: Berg RL, editor. **Health status indexes**. Chicago: Hospital Research and Educational Trust, 1973. p. 172-209.

Bush JW, Fanshel S, Chen MM. Analysis of a tuberculin testing program using a Health-Status Index. **Socio-Econ Plan Sci**. 1972; 6: 49-68.

Centers for Disease Control. Premature mortality in the United States: public health issues in the use of years of potential life lost. **MMWR**. 1986; 35 (suppl. No. 2S): 1S-11S.

Centro Colaborador da OMS para a Classificação de Doenças em Português. **Classificação Internacional de Doenças e Problemas Relacionados a Saúde. 10ª revisão**. São Paulo: EDUSP; 1993.

Chan M-S. The global burden of intestinal nematode infections - fifty years on. **Parasitology Today**. 1997; 13: 438-43.

Biblioteca/CIR
FACULDADE DE SAÚDE PÚBLICA
UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

Cohen, JE. **How many people can the earth support?** New York: W. W. Norton & Company, 1995.

Cropper ML, Portney PR. Discounting human lives. **Resources**. 1992; 1-4.

Cruickshank, EK. A neuropathic syndrome of uncertain origin. Review of 100 cases. **W. I. Med. J.** 1956; 5: 147-158.

Dempsey M. Decline in tuberculosis. The death rate fails to tell the entire story. **American Review of Tuberculosis**. 1947; 56: 157-64.

Fanshel S, Bush JW. A Health-Status Index and its application to health-services outcomes. **Operations Res**. 1970; 18: 1021-65.

Fleiss, JL. **Statistical Methods for rates and proportions.** 2nd ed. New York: John Wiley and Sons. 1981.

Genaidy, AM, Karwowski, W, Christensen, DM, Vogiatzis, C, Deraiseh, N, Prins, A. What's 'heavy'? **Ergonomics.** 1998; 41: 420-32.

Gessain, AF, Barrin, JC, Vernant, O, Gout, L, Maurs, A, Calender and G. de Thé. Antobodies to human T-lymphotropic virus type I in patients with tropical spastic paraparesis. **Lancet**. 1985; ii: 407-409.

Goerdt A, Koplan JP, Robine JM, Thuriaux MC e van Ginneken JK. Non-fatal health outcomes: concepts, instruments and indicators. In Murray CJL, Lopez AD, editors. **The Global Burden of Disease: a comprehensive assessment of mortality and disability from diseases, injuries, and risk factors in 1990 and projected to 2020**. Boston: Harvard University Press, 1996a. p. 99 - 116.

Gotuzzo, E, Arango, C, Queiroz-Campos, A, Isturiz, RE. Human T-Cell lymphotropic virus I in Latin America. **Infectious Disease Clinics of North America.** 2000; 14(1).

Greville TNE. Decline in tuberculosis: the death rate fails to tell the whole story. **American Review of Tuberculosis**. 1948; 57: 417-19 (comments on M Dempseys's articles).

Haenszel W. A standardized rate for mortality defined in terms of lost years of life. **Am J Public Health**. 1950; 40: 17-26.

Halim M, Ho KM, Liu A. Fuzzy logic for medical expert systems. **Ann Acad Med Singapore**. 1990; 19: 672-83.

Harvard Center for Population and Development Studies. **A medição de pesos de incapacidade para um estudo nacional da carga de enfermidade usando o método de person trade-off (troca de pessoas)**. 1997 (mimeo, 10 págs.)

Houaiss A. editor. **Novo Dicionário Folha Webster's Inglês/Português Português/Inglês.** São Paulo: PUBLIFOLHA, 1996

Jamison DH et. al., editors. **Disease control priorities in developing countries**. Oxford; oxford University Press (for the World Bank), 1993.

Kalache A, Veras RP, Ramos, LR. O envelhecimento da população mundial. Um desafio novo. **Rev Saúde públ** 1987; 21: 200-10.

Kaplan RM, Anderson JP, Wu AW, Mathews WC, Kozin F, Orenstein D. The quality of well-being scale. Applications in AIDS, cystic fibrosis, and arthritis. **Med Care** 1989; 27 (3 Suppl): S27-S43.

Kaplan RM, Bush JW, Berry CC. Health status Index. Category rating versus magnitude estimation for measuring levels of well-being. **Med Care**. 1979; XVII: 501-25.

Kaplan RM, Bush JW, Berry CC. Health status: types of validity and the Index of Well-Being. **Health Serv Res** 1976; 11: 478-507.

Kaplan RM, Ernst JA. Do category rating scales produce biased preference weights for a health index? **Med Care**. 1983; XXI: 193-207.

Klir GJ, Folger TA. **Fuzzy sets: uncertainty and information**. USA: Prentice Hall, 1988.

Kurtzke, JF. Further notes on disability evaluation in multiple sclerosis, with scale modifications. **Neurology.** 1965; 15: 654-61.

Landis, JR, Koch, GG. The measurement of observer agreement for categorical data. **Biometrics.** 1977; 33: 159-174.

Laurenti R, Jorge MHPM, Lebrão ML, Gotlieb, SLD. **Estatísticas de Saúde** 2ª ed. São Paulo: EPU, 1987.

Lee, H, Anderson, E, Allain, JP, Gonzaga, A. HTLV-1 infection in Brazil. [letter]. **Blood**. 1989; 73: 1742-46.

Leitão, M. Os deficientes. **O Globo**. Rio de Janeiro 2000 nov 5; 28.

Levaine, A. A model for health projections using knowledgeable informants. **World Health Statiscs Quarterly.** 1984; 37: 306-317.

Lozano R, Murray CJL, Frenk J, Bobadilla J-L. Burden of disease assessment and health system reform: results of a study in Mexico. **Journal of International Development**. 1995; 7: 555-63.

Macmillan AM. The Health Opinion Survey: technique for estimating prevalence of psychoneurotic and related types of disorder in communities. **Psychol Rep**. 1957; 3: 325-39.

Mamdani EH. Applications of fuzzy algorithms for control of a simple dynamic plant. **Proc IEEE** 1974; 121: 1585-1588.

Massad E, Burattini MN, Coutinho FAB. Struchiner CJ. A fuzzy model in HIV/AIDS epidemiology: predicting clinical course basing on HIV viral load. In: Pearson DW, editor. **Soft Computing SOCO'97**. Academic Press, 1997. p.58-63.

Massad E, Burattini MN, Ortega NRS. Fuzzy logic and measles vaccination: designing a control strategy. **Int J Epidemiol**. 1999; 28: 550-57.

McDowell I, Newell C. **Measuring health: a guide to rating scales and questionnaires**. Oxford: Oxford University Press; 1987.

Murray CJL, Lopez AD, editors. **The Global Burden of Disease: a comprehensive assessment of mortality and disability from diseases, injuries, and risk factors in 1990 and projected to 2020**. Boston: Harvard University Press, 1996a.

Murray CJL, Lopez AD, Jamison, DT. The global burden of disease in 1990: summary results, sensitivity analysis and future directions. **Bulletin of the World Health Organization**. 1994; 72: 495-509.

Murray CJL, Lopez AD. Alternative projections of mortality and disability by cause 1990-2020: Global Burden of Disease Study. **Lancet**. 1997; 349: 1498-1504.

Murray CJL, Lopez AD. Evidence-based health policy - Lessons from the Global Burden of Disease Study. **Science**. 1996b; 274: 740-43.

Murray CJL, Lopez AD. Global and regional cause-of death patterns in 1990. **Bulletin of the World Health Organization**. 1994a; 72: 447-80.

Murray CJL, Lopez AD. Quantifying disability: data, methods and results. **Bulletin of the World Health Organization**. 1994b; 72: 481-94.

Murray CJL. Quantifying the burden of disease: the technical basis for disability-adjusted life years. **Bulletin of the World Health Organization** 1994; 72: 429-45.

Murray CJL. Rethinking DALYs. In: Murray CJL, Lopez AD, editors. **The Global Burden of Disease: a comprehensive assessment of mortality and disability from diseases, injuries, and risk factors in 1990 and projected to 2020.** Boston: Harvard University Press, 1996.

Nichols, DP. Choosing na intraclass correlation coeficient. Available from: <URL:http://www.utexas.edu/cc/faqs/stat/spss/spss4.html> [2000 dec 28]

Nobre FF, Trotta LTF, Gomes LFAM. Multi-criteria decision making - an approach to setting priorities in health care. **Statistics in Medicine**. 1999; 18: 3345-54.

Nord E. A comment on the meaning of numerical valuations of health states [letter]. **Soc Sci Med**. 1990; 30: 943-44.

Nord E. Methods for quality adjustment of life years. **Soc Sci Med**. 1992; 34: 559-69.

Nord E. The validity of a visual analogue scale in determining social utility weights for health states. **International Journal of Health Planning and Management**. 1991; 6: 234-42.

Oliveira Júnior, HA. **Lógica difusa: aspectos práticos e aplicações.** Rio de Janeiro: Interciência, 1999.

Omram AR. The epidemiological transition: a theory of the epidemiology of population change. **Milbank Memorial Fund quarterly**. 1971; 49: 509-38.

Patrick DL, Bush JW, Chen MM. Toward an operational definition of health. **J Health Soc Behav** 1973; 14: 6-23.

Patrick DL, Erickson, P. **Health status and health policy: quality of life in health care evaluation and resource allocation**. New York: Oxford University Press, 1993.

Piot M, Sundaresan TK. **A linear programme decision model for tuberculosis control. Progress report on the first test-runs**. Unpublished WHO document No. WHO/TB/Techn. Information/67.55, 1967.

Robine JM, Romieu I, Cambois E. Health expectancy indicators. **Bulletin of the World Health Organization**. 1999; 77: 181-85.

Romeder JM, McWhinnie JR. Potential years of life lost between ages 1 and 70: an indicator of premature mortality for health planning. **International Journal of Epidemiology. 1977; 6: 143-51.**

Shoho H, Oga M, Shimomura K, Yamasaki M, Ito Y, Muro M et. al. Application of fuzzy logic to the apgar scoring system. **Int J Biomed Comput** 1992; 30: 113-23.

Shrout, PE, Fleiss, JL. Intraclass Correlations: Uses in assessing rater reliability. **Psychological Bulletin.** 1979; 86: 420-28.

Sklo, M., Nieto, F.J. **Epidemiology beyond the basics**. Maryland: An Aspen Publication. 2000.

StataCorp. **Stata Statistical Software: Release 5.0.** College Station, TX: Stata Corporation. 1997.

Stonier AW, Hague DC. **A textbook of economic theory**. 3rd edition. London: Longams, Green and Co. Ltd., 1964. Trad. de C. Fonseca. **Teoria Econômica**. 6ª edição. Rio de Janeiro: Zahar editores, 1970.

Struchiner CJ, Burattini MN, Ortega NRS, Massad E. Fuzzy risk estimators in epidemiology. In: Pearson DW, editor. **Soft Computing SOCO'97**. Academic Press, 1997. p.64-68.

Sugiura T, Mizushina S, Kimura M, Fukui Y, Harada Y. A fuzzy approach to the rate control in an artificial pacemaker regulated by respiratory rate and temperature: a preliminary report. **Journal of Medical Engineering & Technology**. 1991; 15: 107-10.

Sullivan DF. **Conceptual problems in developing an index of health**. Washington (DC): National Center for Health Statistics, 1966 (Public Health Service publication no. 1000, series 2, no. 17).

Sullivan DF. Un indice único de mortalidad e morbilidad. In: Buck C, Llopis A, Nájera E, Terris M, editores. **El desafio de la epidemiologia. Problemas e lecturas seleccionadas**. Washington (DC): Organizacion Panamericana de la Salud, 1988. p.245-53. (OPAS - Publicación Científica, 505).

Tanaka K. **An introduction to fuzzy logic for practical applications**. Trad. de T Niimura. New York: Springer; 1997.

Torrance GW. Measurement of health state utilities for economic appraisal. A review. **J Hlth Econ**. 1986; 5:1-30.

Vitez TS, Wada R, Macario A. Fuzzy logic: theory and medical aplications. **Journal of Cardiothoracic and Vascular Anesthesia**. 1996; 10: 800-808.

Ware JE, Brook RH, Davies AR, Lohr KN. Choosing measures of health status for individuals in general populations. **Am J Public Health** 1981; 71: 620-25.

Weinstein MC, Stason WB. Foundations of cost-effectiveness analysis for health and medical practices. **N Engl J Med**. 1977; 296: 716-21.

Weinstein MC. Estrogen use in post-menopausal women - costs, risks & benefits. **N Engl J Med**. 1980; 303: 308-16.

Willems JS, Sanders CR, Riddiough MA, Bell JC. Cost-effectiveness of vaccination agains pneumococcal pneumonia. **N Engl J Med**. 1980; 303: 553-59.

World Bank. **World development report 1993. Investing in health. World development indicators**. New York, 1993.

World Health Organisation. **International classification of impairment, disability and handicap**. Geneva, 1980.

World Health Organisation. **Measurement of levels of health: report of a study group**. Geneva, 1957. (Technical Report Series, 137).

Yamakawa T. A fuzzy logic controller. **Journal of Biotechnology**. 1992; 24: 1-32.

Zadeh LA. Fuzzy sets. **Information and Control**. 1965; 8: 338-53.

ANEXO 1 - Instrumento para Coleta de Dados

Mensuração da incapacitação funcional devida a doenças neurológicas, através de um modelo baseado na lógica fuzzy

Antonio José Leal Costa

Projeto apresentado ao Departamento
de Epidemiologia da Faculdade
de Saúde Pública da Universidade
de São Paulo para exame de qualificação
(nível: doutorado)

Área de concentração:
Epidemiologia

Orientador: Prof. Titular Eduardo Massad

São Paulo

2000

1 - Premissas

O conceito de saúde é, por ora, representado pelo universo de discurso *H*. As infinitas dimensões que o compõem correspondem a conjuntos contidos neste universo, definidos segundo os conceitos da lógica tradicional, e aqui denominados *crisp*. Serão consideradas quatro dimensões ou conjuntos *crisp*: atividade social (*S*), mobilidade (*M*), atividade física (*F*) e grau da incapacitação (*I*).

Os elementos pertencentes a cada um destes conjuntos são os números reais não-negativos, incluídos no intervalo fechado de 0 a 10. Dispostos como uma escala de avaliação, estes números exprimem o grau da incapacitação determinada por uma doença do sistema nervoso (SN) p_n, relativa a cada uma das dimensões do conceito de saúde.

Cada um dos conjuntos *M*, *F*, *S* e *I* definidos no universo *H*, por sua vez, é composto por infinitos conjuntos *fuzzy*, os quais representam a expressão das diferentes categorias de incapacitação através de um modelo lingüístico. Os termos definidores dos conjuntos *fuzzy* refletem a incerteza e a imprecisão inerentes a um processo de mensuração de natureza subjetiva, como é o caso do grau da incapacitação.

Por exemplo, determinadas doenças do SN podem ser avaliadas como *muito* incapacitantes ou *pouco* incapacitantes. Entre as primeiras, por sua vez, incluem-se as aquelas consideradas *extremamente* incapacitantes. Da mesma forma, as doenças *pouco* incapacitantes podem ser subdivididas em outras subcategorias.

Os conjuntos *fuzzy* definidos para fins do presente estudo são apresentados na tabela a seguir.

Tabela 1 - Dimensões do conceito de saúde e respectivos níveis funcionais (conjuntos *fuzzy*)

Dimensões /Conjuntos	Níveis funcionais (conjuntos "fuzzy")	Símbolo
Atividade sociaL	Extremamente limitada	S_1
S	Muito limitada	S_2
	Limitada	S_3
	Pouco limitada	S_4
	Plena	S_5
Mobilidade	Extremamente limitada	M_1
M	Muito limitada	M_2
	Limitada	M_3
	Pouco limitada	M_4
	Plena	M_5
Atividade física	Extremamente limitada	F_1
F	Muito limitada	F_2
	Pouco limitada	F_3
	Plena	F_4
Grau da incapacitação	Muito elevada	I_1
I	Elevada	I_2
	Moderada	I_3
	Leve	I_4
	Nenhuma	I_5

2 - Definição das funções de pertinência aos conjuntos *fuzzy*

Especialista: _____ Data: ___/___/___

Considere quatro escalas de avaliação, definidas no intervalo fechado entre 0 e 10. Nessas escalas, os números reais representam o grau da incapacitação devido a uma doença p_n do sistema nervoso, com relação às diferentes dimensões do conceito de saúde, apresentadas na tabela 1.

Em todas as dimensões, os extremos 0 e 10 denotam a morte (ou incapacitação máxima), e a saúde plena (ou nenhuma incapacitação), respectivamente.

Escala de avaliação da mobilidade

1. Entre quais posições você considera que os valores da escala são característicos do nível funcional *mobilidade extremamente limitada?*

   Entre quais posições você considera que a escala representa o nível funcional *mobilidade extremamente limitada?"*

2. Qual (Quais) a(s) posição (posições) na escala que melhor representa (m) o nível funcional *mobilidade muito limitada?*

   Entre quais posições você considera que a escala representa o nível funcional *mobilidade muito limitada?*

3. Qual (Quais) a(s) posição (posições) na escala que melhor representa (m) o nível *funcional mobilidade limitada?*

   Entre quais posições você considera que a escala representa o nível funcional *mobilidade limitada?"*

4. Qual (Quais) a(s) posição (posições) na escala que melhor representa (m) o nível funcional *mobilidade pouco limitada?*

   Entre quais posições você considera que a escala representa o nível funcional *mobilidade pouco limitada?"*

5. Entre quais posições você considera que os valores da escala são característicos do nível funcional *mobilidade plena?*

   Entre quais posições você considera que a escala representa o nível funcional *mobilidade plena?"*

Escala de avaliação da atividade física

1. Entre quais posições você considera que os valores da escala são característicos do nível funcional *atividade física extremamente limitada?*

   Entre quais posições você considera que a escala representa o nível funcional *atividade física extremamente limitada?"*

2. Qual (Quais) a(s) posição (posições) na escala que melhor representa (m) o nível funcional *atividade física muito limitada?*

   Entre quais posições você considera que a escala representa o nível funcional *atividade física muito limitada?*

3. Qual (Quais) a(s) posição (posições) na escala que melhor representa (m) o nível funcional *atividade física pouco limitada?*

   Entre quais posições você considera que a escala representa o nível funcional *atividade física pouco limitada?"*

4. Entre quais posições você considera que os valores da escala são característicos do nível funcional *atividade física plena?*

   Entre quais posições você considera que a escala representa o nível funcional *atividade física plena?"*

Escala de avaliação da atividade social

1. Entre quais posições você considera que os valores da escala são característicos do nível funcional *atividade social extremamente limitada?*

   Entre quais posições você considera que a escala representa o nível funcional *atividade social extremamente limitada?"*

2. Qual (Quais) a(s) posição (posições) na escala que melhor representa (m) o nível funcional *atividade social muito limitada?*

   Entre quais posições você considera que a escala representa o nível funcional *atividade social muito limitada?*

3. Qual (Quais) a(s) posição (posições) na escala que melhor representa (m) o nível funcional *atividade social limitada?*

   Entre quais posições você considera que a escala representa o nível funcional *atividade social limitada?"*

4. Qual (Quais) a(s) posição (posições) na escala que melhor representa (m) o nível funcional *atividade social pouco limitada?*

   Entre quais posições você considera que a escala representa o nível funcional *atividade social pouco limitada?"*

5. Entre quais posições você considera que os valores da escala são característicos do nível funcional *atividade social plena?*

   Entre quais posições você considera que a escala representa o nível funcional *atividade social plena?"*

Escala de avaliação do grau de incapacitação

1. Entre quais posições você considera que os valores da escala são característicos de nível funcional *incapacitação muito elevada?*

   Entre quais posições você considera que a escala representa o nível funcional *incapacitação muito elevada?"*

2. Qual (Quais) a(s) posição (posições) na escala que melhor representa (m) o nível funcional *incapacitação elevada?*

   Entre quais posições você considera que a escala representa o nível funcional *incapacitação elevada?*

3. Qual (Quais) a(s) posição (posições) na escala que melhor representa (m) o nível funcional *incapacitação moderada?*

   Entre quais posições você considera que a escala representa o nível funcional *incapacitação moderada?"*

4. Qual (Quais) a(s) posição (posições) na escala que melhor representa (m) o nível funcional *incapacitação leve?*

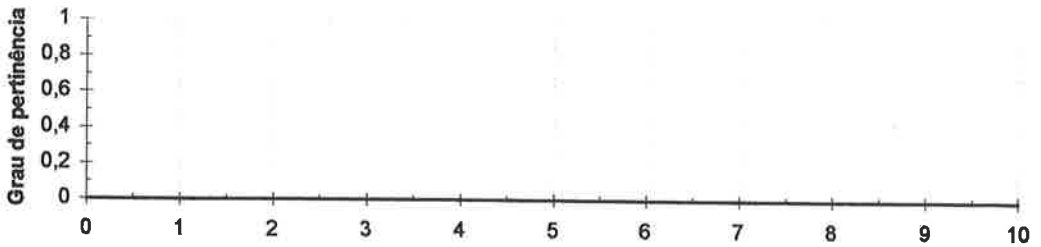
   Entre quais posições você considera que a escala representa o nível funcional *incapacitação leve?"*

5. Entre quais posições você considera que os valores da escala são característicos do nível funcional *nenhuma incapacitação?*

   Entre quais posições você considera que a escala representa o nível funcional *nenhuma incapacitação?"*

Especialista: *Data:*

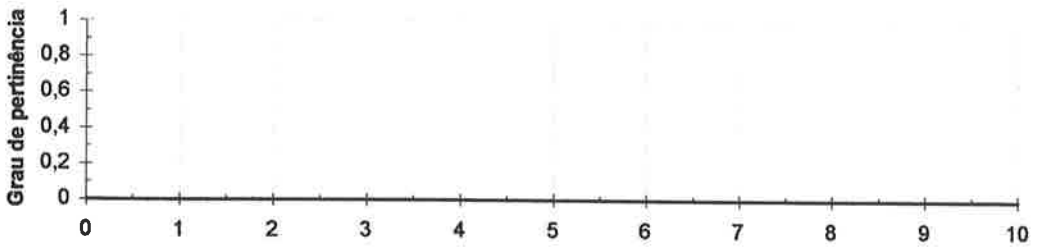
Escala de avaliação da atividade social



↑ morte OU incapacitação máxima

↑ saúde plena OU nenhuma incapacitação

Escala de avaliação da mobilidade

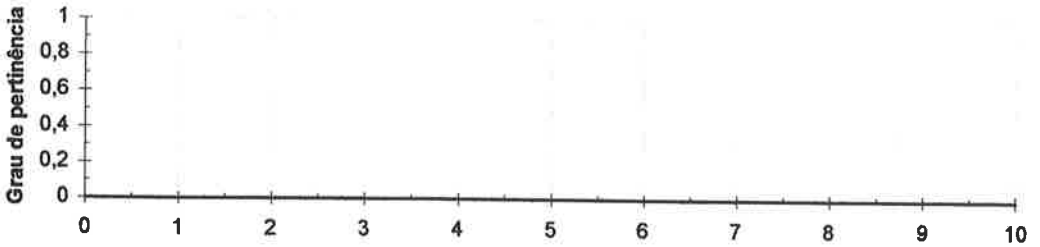


↑ morte OU incapacitação máxima

↑ saúde plena OU nenhuma incapacitação

Especialista: *Data:*

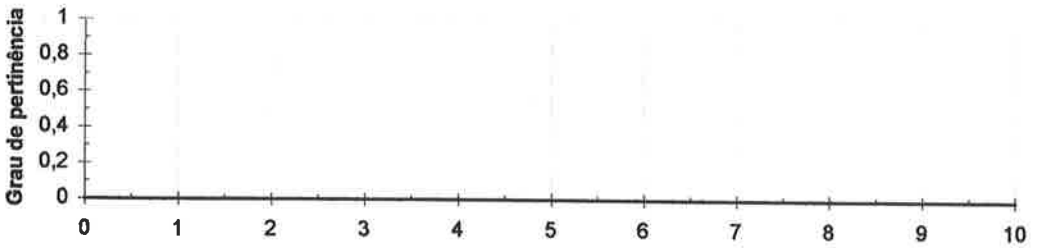
Escala de avaliação da atividade física



↑ morte OU incapacitação máxima

↑ saúde plena OU nenhuma incapacitação

Escala de avaliação do grau de incapacitação



↑ morte OU incapacitação máxima

↑ saúde plena OU nenhuma incapacitação

3 - Determinação do grau de incapacitação associado a diferentes níveis funcionais

Nas respectivas escalas de avaliação, assinale a posição que, **na sua opinião**, melhor caracteriza o grau de incapacitação associado a cada um dos níveis funcionais apresentados nas tabelas 2, 3 e 4.

Tabela 2 - Definição de níveis de função relativos à escala de atividade social

Sigla	Nível *	Definição *
A	Executou as atividades principais e outras	As atividades principais segundo faixas etárias, são: 0-5 anos: brincou; 6 a 17 anos: estudou (foi à escola); 18 ou mais anos: trabalhou, ou manteve o lar e a família. Outras atividades incluem todas aquelas não consideradas principais: praticou esportes; ou freqüentou clubes, associações, festas ou encontros; ou fez compras; ou foi a igreja, ou culto, ou a qualquer outra prática religiosa; ou participou de iniciativas cívicas; ou manteve algum hobby.
B	Executou as atividades principais; praticou as outras atividades mas, com limitações.	Brincou, ou estudou (foi à escola), ou trabalhou, ou manteve o lar e a família. Executou, com limitações, as outras atividades descritas no item anterior.
C	Executou as atividades principais, porém com limitações	Brincou, ou estudou (foi à escola), ou trabalhou, ou manteve o lar e a família, porém, com limitações de quantidade e tipo (qualidade). Por exemplo, necessitou de períodos especiais para descanso, ou de escolas especiais, ou de auxílio especial para o trabalho.
D	Não executou as atividades principais, mas executou atividades de cuidado de si mesmo e de higiene pessoal	Não brincou, ou estudou (foi à escola), ou trabalhou, ou manteve o lar e a família, mas vestiu-se, banhou-se e se alimentou.
E	Precisou de assistência (auxílio, ajuda) para executar atividades de cuidado de si mesmo e para a higiene pessoal	Necessitou assistência (auxílio, ajuda) de outra pessoa para vestir-se, banhar-se ou alimentar-se, e não executou as atividades principais, nem as outras. Para a faixa etária de 0 a 5 anos, a necessidade de assistência (auxílio, ajuda) foi além da usualmente requerida para a idade.

* Patrick et. al. J Health Soc Behav 14: 6-23, 1973 (pág. 10).

Tabela 3 - Definição de níveis de função relativos à escala de mobilidade

Sigla	Nível*	Definição *
A	Deslocou-se livremente	Usou transporte público ou dirigiu sozinho(a). Para a faixa etária de 0 a 5 anos, deslocou-se com as limitações de costume para a idade.
B	Deslocou-se com dificuldade	Saiu de casa sozinho(a), mas teve problemas para se deslocar pelos arredores (na cidade, vizinhança) livremente; ou Precisou de assistência (auxílio, ajuda) para usar transporte público ou automóvel.
C	Em casa	Manteve-se em casa por todo o dia, devido a uma enfermidade ou condição de saúde; ou necessitou assistência (auxílio, ajuda) de uma outra pessoa para sair de casa.
D	No hospital	Manteve-se em um hospital geral ou especializado, ou em uma casa de repouso, instituição de cuidados prolongados, sanatório, ou instituição semelhante.
E	Em uma unidade de cuidados especiais	Por alguma parte do dia, em alguma área restrita do hospital, como uma unidade de tratamento intensivo, centro cirúrgico, sala de recuperação, enfermaria de isolamento, ou outro espaço semelhante.

* Patrick et. al. J Health Soc Behav 14: 6-23, 1973 (pág. 10).

Tabela 4 - Definição de níveis de função relativos à escala de atividade física

Sigla	Nível*	Definição *
A	Andou livremente	Andou sem qualquer tipo de limitação
B	Andou com limitações	Andou com bengala, muletas ou outro tipo de auxílio mecânico; ou Apresentou limitações (dificuldades) para erguer-se, para abaixar-se, e para subir ou descer escadas ou inclinações; ou Apresentou limitações para andar com mais velocidade ou para percorrer certas distâncias, devidas à condição física.
C	Moveu-se independentemente em uma cadeira de rodas	Moveu-se em uma cadeira de rodas sozinho(a)
D	Manteve-se acamado ou em uma cadeira	Na maior parte, ou por todo o dia

* Patrick et. al. J Health Soc Behav 14: 6-23, 1973 (pág. 10).

4 - Definição das regras fuzzy

As regras fuzzy são compostas por uma parte antecedente, ou premissa, e uma parte conseqüente, ou conclusão.

As partes antecedentes, formadas pela combinação de níveis funcionais relativos às dimensões da atividade social (S), mobilidade (M) e atividade física (F) são apresentadas nas tabelas a seguir.

Baseado na sua opinião, assinale, na última coluna de cada tabela o grau de incapacitação conseqüente a cada premissa, entre as opções de 1 a 5, descritas na tabela abaixo. A cada premissa deve corresponder somente uma opção referente ao grau de incapacitação. A opção **NA** deve ser assinalada exclusivamente quando uma premissa for avaliada como inverossímil.

Código	Grau de incapacitação
5	Nenhum
4	Leve
3	Moderado
2	Elevado
1	Muito elevado
NA	**Não se aplica**

Especialista: _____ Data: _____

Se	S é plena	**e**	M é plena	**e**	F é plena	**então**	I é (5) (4) (3) (2) (1) **NA**
Se	"	**e**	"	**e**	F é pouco limitada	**então**	I é (5) (4) (3) (2) (1) **NA**
Se	"	**e**	"	**e**	F é muito limitada	**então**	I é (5) (4) (3) (2) (1) **NA**
Se	"	**e**	"	**e**	F é extremamente limitada	**então**	I é (5) (4) (3) (2) (1) **NA**
Se	S é plena	**e**	M é pouco limitada	**e**	F é plena	**então**	I é (5) (4) (3) (2) (1) **NA**
Se	"	**e**	"	**e**	F é pouco limitada	**então**	I é (5) (4) (3) (2) (1) **NA**
Se	"	**e**	"	**e**	F é muito limitada	**então**	I é (5) (4) (3) (2) (1) **NA**
Se	"	**e**	"	**e**	F é extremamente limitada	**então**	I é (5) (4) (3) (2) (1) **NA**
Se	S é plena	**e**	M é limitada	**e**	F é plena	**então**	I é (5) (4) (3) (2) (1) **NA**
Se	"	**e**	"	**e**	F é pouco limitada	**então**	I é (5) (4) (3) (2) (1) **NA**
Se	"	**e**	"	**e**	F é muito limitada	**então**	I é (5) (4) (3) (2) (1) **NA**
Se	"	**e**	"	**e**	F é extremamente limitada	**então**	I é (5) (4) (3) (2) (1) **NA**

Especialista: _____ Data: _____

Se	S é plena	**e**	M é muito limitada	**e**	F é plena	**então**	I é (5) (4) (3) (2) (1) **NA**
Se	"	**e**	"	**e**	F é pouco limitada	**então**	I é (5) (4) (3) (2) (1) **NA**
Se	"	**e**	"	**e**	F é muito limitada	**então**	I é (5) (4) (3) (2) (1) **NA**
Se	"	**e**	"	**e**	F é extremamente limitada	**então**	I é (5) (4) (3) (2) (1) **NA**
Se	S é plena	**e**	M é extremamente limitada	**e**	F é plena	**então**	I é (5) (4) (3) (2) (1) **NA**
Se	"	**e**	"	**e**	F é pouco limitada	**então**	I é (5) (4) (3) (2) (1) **NA**
Se	"	**e**	"	**e**	F é muito limitada	**então**	I é (5) (4) (3) (2) (1) **NA**
Se	"	**e**	"	**e**	F é extremamente limitada	**então**	I é (5) (4) (3) (2) (1) **NA**

Especialista: _____ Data: _____

Se	S é pouco limitada	**e**	M é plena	**e**	F é plena	**então**	I é (5) (4) (3) (2) (1) **NA**
Se	"	**e**	"	**e**	F é pouco limitada	**então**	I é (5) (4) (3) (2) (1) **NA**
Se	"	**e**	"	**e**	F é muito limitada	**então**	I é (5) (4) (3) (2) (1) **NA**
Se	"	**e**	"	**e**	F é extremamente limitada	**então**	I é (5) (4) (3) (2) (1) **NA**
Se	S é pouco limitada	**e**	M é pouco limitada	**e**	F é plena	**então**	I é (5) (4) (3) (2) (1) **NA**
Se	"	**e**	"	**e**	F é pouco limitada	**então**	I é (5) (4) (3) (2) (1) **NA**
Se	"	**e**	"	**e**	F é muito limitada	**então**	I é (5) (4) (3) (2) (1) **NA**
Se	"	**e**	"	**e**	F é extremamente limitada	**então**	I é (5) (4) (3) (2) (1) **NA**
Se	S é pouco limitada	**e**	M é limitada	**e**	F é plena	**então**	I é (5) (4) (3) (2) (1) **NA**
Se	"	**e**	"	**e**	F é pouco limitada	**então**	I é (5) (4) (3) (2) (1) **NA**
Se	"	**e**	"	**e**	F é muito limitada	**então**	I é (5) (4) (3) (2) (1) **NA**
Se	"	**e**	"	**e**	F é extremamente limitada	**então**	I é (5) (4) (3) (2) (1) **NA**

Especialista: _____ Data: _____

Se	S é pouco limitada	**e**	M é muito limitada	**e**	F é plena	**então**	I é (5) (4) (3) (2) (1) **NA**
Se	"	**e**	"	**e**	F é pouco limitada	**então**	I é (5) (4) (3) (2) (1) **NA**
Se	"	**e**	"	**e**	F é muito limitada	**então**	I é (5) (4) (3) (2) (1) **NA**
Se	"	**e**	"	**e**	F é extremamente limitada	**então**	I é (5) (4) (3) (2) (1) **NA**
Se	S é pouco limitada	**e**	M é extremamente limitada	**e**	F é plena	**então**	I é (5) (4) (3) (2) (1) **NA**
Se	"	**e**	"	**e**	F é pouco limitada	**então**	I é (5) (4) (3) (2) (1) **NA**
Se	"	**e**	"	**e**	F é muito limitada	**então**	I é (5) (4) (3) (2) (1) **NA**
Se	"	**e**	"	**e**	F é extremamente limitada	**então**	I é (5) (4) (3) (2) (1) **NA**

Especialista: _____ Data: _____

Se	S é limitada	**e**	M é plena	**e**	F é plena	**então**	I é (5) (4) (3) (2) (1) **NA**
Se	"	**e**	"	**e**	F é pouco limitada	**então**	I é (5) (4) (3) (2) (1) **NA**
Se	"	**e**	"	**e**	F é muito limitada	**então**	I é (5) (4) (3) (2) (1) **NA**
Se	"	**e**	"	**e**	F é extremamente limitada	**então**	I é (5) (4) (3) (2) (1) **NA**
Se	S é limitada	**e**	M é pouco limitada	**e**	F é plena	**então**	I é (5) (4) (3) (2) (1) **NA**
Se	"	**e**	"	**e**	F é pouco limitada	**então**	I é (5) (4) (3) (2) (1) **NA**
Se	"	**e**	"	**e**	F é muito limitada	**então**	I é (5) (4) (3) (2) (1) **NA**
Se	"	**e**	"	**e**	F é extremamente limitada	**então**	I é (5) (4) (3) (2) (1) **NA**
Se	S é limitada	**e**	M é limitada	**e**	F é plena	**então**	I é (5) (4) (3) (2) (1) **NA**
Se	"	**e**	"	**e**	F é pouco limitada	**então**	I é (5) (4) (3) (2) (1) **NA**
Se	"	**e**	"	**e**	F é muito limitada	**então**	I é (5) (4) (3) (2) (1) **NA**
Se	"	**e**	"	**e**	F é extremamente limitada	**então**	I é (5) (4) (3) (2) (1) **NA**

Especialista: _____ Data: _____

Se	S é limitada	**e**	M é muito limitada	**e**	F é plena	**então**	I é (5) (4) (3) (2) (1) **NA**
Se	"	**e**	"	**e**	F é pouco limitada	**então**	I é (5) (4) (3) (2) (1) **NA**
Se	"	**e**	"	**e**	F é muito limitada	**então**	I é (5) (4) (3) (2) (1) **NA**
Se	"	**e**	"	**e**	F é extremamente limitada	**então**	I é (5) (4) (3) (2) (1) **NA**
Se	S é limitada	**e**	M é extremamente limitada	**e**	F é plena	**então**	I é (5) (4) (3) (2) (1) **NA**
Se	"	**e**	"	**e**	F é pouco limitada	**então**	I é (5) (4) (3) (2) (1) **NA**
Se	"	**e**	"	**e**	F é muito limitada	**então**	I é (5) (4) (3) (2) (1) **NA**
Se	"	**e**	"	**e**	F é extremamente limitada	**então**	I é (5) (4) (3) (2) (1) **NA**

Especialista: _____ Data: _____

Se	S é muito limitada	**e**	M é plena	**e**	F é plena	**então**	I é (5) (4) (3) (2) (1) **NA**
Se	"	**e**	"	**e**	F é pouco limitada	**então**	I é (5) (4) (3) (2) (1) **NA**
Se	"	**e**	"	**e**	F é muito limitada	**então**	I é (5) (4) (3) (2) (1) **NA**
Se	"	**e**	"	**e**	F é extremamente limitada	**então**	I é (5) (4) (3) (2) (1) **NA**
Se	S é muito limitada	**e**	M é pouco limitada	**e**	F é plena	**então**	I é (5) (4) (3) (2) (1) **NA**
Se	"	**e**	"	**e**	F é pouco limitada	**então**	I é (5) (4) (3) (2) (1) **NA**
Se	"	**e**	"	**e**	F é muito limitada	**então**	I é (5) (4) (3) (2) (1) **NA**
Se	"	**e**	"	**e**	F é extremamente limitada	**então**	I é (5) (4) (3) (2) (1) **NA**
Se	S é muito limitada	**e**	M é limitada	**e**	F é plena	**então**	I é (5) (4) (3) (2) (1) **NA**
Se	"	**e**	"	**e**	F é pouco limitada	**então**	I é (5) (4) (3) (2) (1) **NA**
Se	"	**e**	"	**e**	F é muito limitada	**então**	I é (5) (4) (3) (2) (1) **NA**
Se	"	**e**	"	**e**	F é extremamente limitada	**então**	I é (5) (4) (3) (2) (1) **NA**

Especialista: _____ Data: _____

Se	S é muito limitada	**e**	M é muito limitada	**e**	F é plena	**então**	I é (5) (4) (3) (2) (1) **NA**
Se	"	**e**	"	**e**	F é pouco limitada	**então**	I é (5) (4) (3) (2) (1) **NA**
Se	"	**e**	"	**e**	F é muito limitada	**então**	I é (5) (4) (3) (2) (1) **NA**
Se	"	**e**	"	**e**	F é extremamente limitada	**então**	I é (5) (4) (3) (2) (1) **NA**
Se	S é muito limitada	**e**	M é extremamente limitada	**e**	F é plena	**então**	I é (5) (4) (3) (2) (1) **NA**
Se	"	**e**	"	**e**	F é pouco limitada	**então**	I é (5) (4) (3) (2) (1) **NA**
Se	"	**e**	"	**e**	F é muito limitada	**então**	I é (5) (4) (3) (2) (1) **NA**
Se	"	**e**	"	**e**	F é extremamente limitada	**então**	I é (5) (4) (3) (2) (1) **NA**

Especialista: _____ Data: _____

Se	S é extremamente limitada	**e**	M é plena	**e**	F é plena	**então**	I é (5) (4) (3) (2) (1) **NA**
Se	"	**e**	"	**e**	F é pouco limitada	**então**	I é (5) (4) (3) (2) (1) **NA**
Se	"	**e**	"	**e**	F é muito limitada	**então**	I é (5) (4) (3) (2) (1) **NA**
Se	"	**e**	"	**e**	F é extremamente limitada	**então**	I é (5) (4) (3) (2) (1) **NA**
Se	S é extremamente limitada	**e**	M é pouco limitada	**e**	F é plena	**então**	I é (5) (4) (3) (2) (1) **NA**
Se	"	**e**	"	**e**	F é pouco limitada	**então**	I é (5) (4) (3) (2) (1) **NA**
Se	"	**e**	"	**e**	F é muito limitada	**então**	I é (5) (4) (3) (2) (1) **NA**
Se	"	**e**	"	**e**	F é extremamente limitada	**então**	I é (5) (4) (3) (2) (1) **NA**
Se	S é extremamente limitada	**e**	M é limitada	**e**	F é plena	**então**	I é (5) (4) (3) (2) (1) **NA**
Se	"	**e**	"	**e**	F é pouco limitada	**então**	I é (5) (4) (3) (2) (1) **NA**
Se	"	**e**	"	**e**	F é muito limitada	**então**	I é (5) (4) (3) (2) (1) **NA**
Se	"	**e**	"	**e**	F é extremamente limitada	**então**	I é (5) (4) (3) (2) (1) **NA**

Especialista: _____ Data: _____

Se	S é extremamente limitada	**e**	M é muito limitada	**e**	F é plena	**então**	I é (5) (4) (3) (2) (1) **NA**
Se	"	**e**	"	**e**	F é pouco limitada	**então**	I é (5) (4) (3) (2) (1) **NA**
Se	"	**e**	"	**e**	F é muito limitada	**então**	I é (5) (4) (3) (2) (1) **NA**
Se	"	**e**	"	**e**	F é extremamente limitada	**então**	I é (5) (4) (3) (2) (1) **NA**
Se	S é extremamente limitada	**e**	M é extremamente limitada	**e**	F é plena	**então**	I é (5) (4) (3) (2) (1) **NA**
Se	"	**e**	"	**e**	F é pouco limitada	**então**	I é (5) (4) (3) (2) (1) **NA**
Se	"	**e**	"	**e**	F é muito limitada	**então**	I é (5) (4) (3) (2) (1) **NA**
Se	"	**e**	"	**e**	F é extremamente limitada	**então**	I é (5) (4) (3) (2) (1) **NA**

5 - Avaliação do grau de incapacitação associado a diferentes níveis funcionais

Levando em consideração os resultados das etapas anteriores, atribua a cada um dos níveis funcionais descritos a seguir um número entre 0 e 10, o qual deve representar, na sua opinião, o respectivo grau da incapacitação. Os extremos 0 e 10 denotam a morte (ou incapacitação máxima), e a saúde plena (ou nenhuma incapacitação), respectivamente. Às condições consideradas inverossímeis não deve ser atribuído nenhum valor na escala de avaliação.

Especialista: Data:

Nível funcional	Atividade social	Mobilidade	Atividade física	Grau de incapacidade
1	Executou as atividades principais e outras	Deslocou-se livremente	Andou livremente	
2	Executou as atividades principais e outras	Deslocou-se livremente	Andou com limitações	
3	Executou as atividades principais e outras	Deslocou-se livremente	Moveu-se independentemente em uma cadeira de rodas	
4	Executou as atividades principais e outras	Deslocou-se livremente	Manteve-se acamado, ou em uma cadeira	
5	Executou as atividades principais e outras	Deslocou-se com dificuldade	Andou livremente	
6	Executou as atividades principais e outras	Deslocou-se com dificuldade	Andou com limitações	
7	Executou as atividades principais e outras	Deslocou-se com dificuldade	Moveu-se independentemente em uma cadeira de rodas	
8	Executou as atividades principais e outras	Deslocou-se com dificuldade	Manteve-se acamado, ou em uma cadeira	
9	Executou as atividades principais e outras	Em casa	Andou livremente	
10	Executou as atividades principais e outras	Em casa	Andou com limitações	
11	Executou as atividades principais e outras	Em casa	Moveu-se independentemente em uma cadeira de rodas	
12	Executou as atividades principais e outras	Em casa	Manteve-se acamado, ou em uma cadeira	

Especialista: Data:

Nível funcional	Atividade social	Mobilidade	Atividade física	Grau de incapacidade
13	Executou as atividades principais e outras	No hospital	Andou livremente	
14	Executou as atividades principais e outras	No hospital	Andou com limitações	
15	Executou as atividades principais e outras	No hospital	Moveu-se independentemente em uma cadeira de rodas	
16	Executou as atividades principais e outras	No hospital	Manteve-se acamado, ou em uma cadeira	
17	Executou as atividades principais e outras	Em uma unidade de cuidados especiais	Andou livremente	
18	Executou as atividades principais e outras	Em uma unidade de cuidados especiais	Andou com limitações	
19	Executou as atividades principais e outras	Em uma unidade de cuidados especiais	Moveu-se independentemente em uma cadeira de rodas	
20	Executou as atividades principais e outras	Em uma unidade de cuidados especiais	Manteve-se acamado, ou em uma cadeira	

Especialista: Data:

Nível funcional	Atividade social	Mobilidade	Atividade física	Grau de incapacidade
21	Executou as atividades principais; praticou as outras atividades, mas com limitações.	Deslocou-se livremente	Andou livremente	
22	Executou as atividades principais; praticou as outras atividades, mas com limitações.	Deslocou-se livremente	Andou com limitações	
23	Executou as atividades principais; praticou as outras atividades, mas com limitações.	Deslocou-se livremente	Moveu-se independentemente em uma cadeira de rodas	
24	Executou as atividades principais; praticou as outras atividades, mas com limitações.	Deslocou-se livremente	Manteve-se acamado, ou em uma cadeira	
25	Executou as atividades principais; praticou as outras atividades, mas com limitações.	Deslocou-se com dificuldade	Andou livremente	
26	Executou as atividades principais; praticou as outras atividades, mas com limitações.	Deslocou-se com dificuldade	Andou com limitações	
27	Executou as atividades principais; praticou as outras atividades, mas com limitações.	Deslocou-se com dificuldade	Moveu-se independentemente em uma cadeira de rodas	
28	Executou as atividades principais; praticou as outras atividades, mas com limitações.	Deslocou-se com dificuldade	Manteve-se acamado, ou em uma cadeira	
29	Executou as atividades principais; praticou as outras atividades, mas com limitações.	Em casa	Andou livremente	
30	Executou as atividades principais; praticou as outras atividades, mas com limitações.	Em casa	Andou com limitações	
31	Executou as atividades principais; praticou as outras atividades, mas com limitações.	Em casa	Moveu-se independentemente em uma cadeira de rodas	
32	Executou as atividades principais; praticou as outras atividades, mas com limitações.	Em casa	Manteve-se acamado, ou em uma cadeira	

Especialista: Data:

Nível funcional	Atividade social	Mobilidade	Atividade física	Grau de incapacidade
33	Executou as atividades principais; praticou as outras atividades, mas com limitações.	No hospital	Andou livremente	
34	Executou as atividades principais; praticou as outras atividades, mas com limitações.	No hospital	Andou com limitações	
35	Executou as atividades principais; praticou as outras atividades, mas com limitações.	No hospital	Moveu-se independentemente em uma cadeira de rodas	
36	Executou as atividades principais; praticou as outras atividades, mas com limitações.	No hospital	Manteve-se acamado, ou em uma cadeira	
37	Executou as atividades principais; praticou as outras atividades, mas com limitações.	Em uma unidade de cuidados especiais	Andou livremente	
38	Executou as atividades principais; praticou as outras atividades, mas com limitações.	Em uma unidade de cuidados especiais	Andou com limitações	
39	Executou as atividades principais; praticou as outras atividades, mas com limitações.	Em uma unidade de cuidados especiais	Moveu-se independentemente em uma cadeira de rodas	
40	Executou as atividades principais; praticou as outras atividades, mas com limitações.	Em uma unidade de cuidados especiais	Manteve-se acamado, ou em uma cadeira	

Especialista: Data:

Nível funcional	Atividade social	Mobilidade	Atividade física	Grau de incapacidade
41	Executou as atividades principais, porém com limitações	Deslocou-se livremente	Andou livremente	
42	Executou as atividades principais, porém com limitações	Deslocou-se livremente	Andou com limitações	
43	Executou as atividades principais, porém com limitações	Deslocou-se livremente	Moveu-se independentemente em uma cadeira de rodas	
44	Executou as atividades principais, porém com limitações	Deslocou-se livremente	Manteve-se acamado, ou em uma cadeira	
45	Executou as atividades principais, porém com limitações	Deslocou-se com dificuldade	Andou livremente	
46	Executou as atividades principais, porém com limitações	Deslocou-se com dificuldade	Andou com limitações	
47	Executou as atividades principais, porém com limitações	Deslocou-se com dificuldade	Moveu-se independentemente em uma cadeira de rodas	
48	Executou as atividades principais, porém com limitações	Deslocou-se com dificuldade	Manteve-se acamado, ou em uma cadeira	
49	Executou as atividades principais, porém com limitações	Em casa	Andou livremente	
50	Executou as atividades principais, porém com limitações	Em casa	Andou com limitações	
51	Executou as atividades principais, porém com limitações	Em casa	Moveu-se independentemente em uma cadeira de rodas	
52	Executou as atividades principais, porém com limitações	Em casa	Manteve-se acamado, ou em uma cadeira	

Especialista: Data:

Nível funcional	Atividade social	Mobilidade	Atividade física	Grau de incapacidade
53	Executou as atividades principais, porém com limitações	No hospital	Andou livremente	
54	Executou as atividades principais, porém com limitações	No hospital	Andou com limitações	
55	Executou as atividades principais, porém com limitações	No hospital	Moveu-se independentemente em uma cadeira de rodas	
56	Executou as atividades principais, porém com limitações	No hospital	Manteve-se acamado, ou em uma cadeira	
57	Executou as atividades principais, porém com limitações	Em uma unidade de cuidados especiais	Andou livremente	
58	Executou as atividades principais, porém com limitações	Em uma unidade de cuidados especiais	Andou com limitações	
59	Executou as atividades principais, porém com limitações	Em uma unidade de cuidados especiais	Moveu-se independentemente em uma cadeira de rodas	
60	Executou as atividades principais, porém com limitações	Em uma unidade de cuidados especiais	Manteve-se acamado, ou em uma cadeira	

Especialista: Data:

Nível funcional	Atividade social	Mobilidade	Atividade física	Grau de incapacidade
61	Não executou as atividades principais, mas executou atividades de cuidado de si mesmo e higiene pessoal	Deslocou-se livremente	Andou livremente	
62	Não executou as atividades principais, mas executou atividades de cuidado de si mesmo e higiene pessoal	Deslocou-se livremente	Andou com limitações	
63	Não executou as atividades principais, mas executou atividades de cuidado de si mesmo e higiene pessoal	Deslocou-se livremente	Moveu-se independentemente em uma cadeira de rodas	
64	Não executou as atividades principais, mas executou atividades de cuidado de si mesmo e higiene pessoal	Deslocou-se livremente	Manteve-se acamado, ou em uma cadeira	
65	Não executou as atividades principais, mas executou atividades de cuidado de si mesmo e higiene pessoal	Deslocou-se com dificuldade	Andou livremente	
66	Não executou as atividades principais, mas executou atividades de cuidado de si mesmo e higiene pessoal	Deslocou-se com dificuldade	Andou com limitações	
67	Não executou as atividades principais, mas executou atividades de cuidado de si mesmo e higiene pessoal	Deslocou-se com dificuldade	Moveu-se independentemente em uma cadeira de rodas	
68	Não executou as atividades principais, mas executou atividades de cuidado de si mesmo e higiene pessoal	Deslocou-se com dificuldade	Manteve-se acamado, ou em uma cadeira	
69	Não executou as atividades principais, mas executou atividades de cuidado de si mesmo e higiene pessoal	Em casa	Andou livremente	
70	Não executou as atividades principais, mas executou atividades de cuidado de si mesmo e higiene pessoal	Em casa	Andou com limitações	
71	Não executou as atividades principais, mas executou atividades de cuidado de si mesmo e higiene pessoal	Em casa	Moveu-se independentemente em uma cadeira de rodas	
72	Não executou as atividades principais, mas executou atividades de cuidado de si mesmo e higiene pessoal	Em casa	Manteve-se acamado, ou em uma cadeira	

Especialista: Data:

Nível funcional	Atividade social	Mobilidade	Atividade física	Grau de incapacidade
73	Não executou as atividades principais, mas executou atividades de cuidado de si mesmo e higiene pessoal	No hospital	Andou livremente	
74	Não executou as atividades principais, mas executou atividades de cuidado de si mesmo e higiene pessoal	No hospital	Andou com limitações	
75	Não executou as atividades principais, mas executou atividades de cuidado de si mesmo e higiene pessoal	No hospital	Moveu-se independentemente em uma cadeira de rodas	
76	Não executou as atividades principais, mas executou atividades de cuidado de si mesmo e higiene pessoal	No hospital	Manteve-se acamado, ou em uma cadeira	
77	Não executou as atividades principais, mas executou atividades de cuidado de si mesmo e higiene pessoal	Em uma unidade de cuidados especiais	Andou livremente	
78	Não executou as atividades principais, mas executou atividades de cuidado de si mesmo e higiene pessoal	Em uma unidade de cuidados especiais	Andou com limitações	
79	Não executou as atividades principais, mas executou atividades de cuidado de si mesmo e higiene pessoal	Em uma unidade de cuidados especiais	Moveu-se independentemente em uma cadeira de rodas	
80	Não executou as atividades principais, mas executou atividades de cuidado de si mesmo e higiene pessoal	Em uma unidade de cuidados especiais	Manteve-se acamado, ou em uma cadeira	

Especialista: Data:

Nível funcional	Atividade social	Mobilidade	Atividade física	Grau de incapacidade
81	Precisou de assistência para executar atividades de cuidado de si mesmo e para a higiene pessoal	Deslocou-se livremente	Andou livremente	
82	Precisou de assistência para executar atividades de cuidado de si mesmo e para a higiene pessoal	Deslocou-se livremente	Andou com limitações	
83	Precisou de assistência para executar atividades de cuidado de si mesmo e para a higiene pessoal	Deslocou-se livremente	Moveu-se independentemente em uma cadeira de rodas	
84	Precisou de assistência para executar atividades de cuidado de si mesmo e para a higiene pessoal	Deslocou-se livremente	Manteve-se acamado, ou em uma cadeira	
85	Precisou de assistência para executar atividades de cuidado de si mesmo e para a higiene pessoal	Deslocou-se com dificuldade	Andou livremente	
86	Precisou de assistência para executar atividades de cuidado de si mesmo e para a higiene pessoal	Deslocou-se com dificuldade	Andou com limitações	
87	Precisou de assistência para executar atividades de cuidado de si mesmo e para a higiene pessoal	Deslocou-se com dificuldade	Moveu-se independentemente em uma cadeira de rodas	
88	Precisou de assistência para executar atividades de cuidado de si mesmo e para a higiene pessoal	Deslocou-se com dificuldade	Manteve-se acamado, ou em uma cadeira	
89	Precisou de assistência para executar atividades de cuidado de si mesmo e para a higiene pessoal	Em casa	Andou livremente	
90	Precisou de assistência para executar atividades de cuidado de si mesmo e para a higiene pessoal	Em casa	Andou com limitações	
91	Precisou de assistência para executar atividades de cuidado de si mesmo e para a higiene pessoal	Em casa	Moveu-se independentemente em uma cadeira de rodas	
92	Precisou de assistência para executar atividades de cuidado de si mesmo e para a higiene pessoal	Em casa	Manteve-se acamado, ou em uma cadeira	

Especialista: Data:

Nível funcional	Atividade social	Mobilidade	Atividade física	Grau de incapacidade
93	Precisou de assistência para executar atividades de cuidado de si mesmo e para a higiene pessoal	No hospital	Andou livremente	
94	Precisou de assistência para executar atividades de cuidado de si mesmo e para a higiene pessoal	No hospital	Andou com limitações	
95	Precisou de assistência para executar atividades de cuidado de si mesmo e para a higiene pessoal	No hospital	Moveu-se independentemente em uma cadeira de rodas	
96	Precisou de assistência para executar atividades de cuidado de si mesmo e para a higiene pessoal	No hospital	Manteve-se acamado, ou em uma cadeira	
97	Precisou de assistência para executar atividades de cuidado de si mesmo e para a higiene pessoal	Em uma unidade de cuidados especiais	Andou livremente	
98	Precisou de assistência para executar atividades de cuidado de si mesmo e para a higiene pessoal	Em uma unidade de cuidados especiais	Andou com limitações	
99	Precisou de assistência para executar atividades de cuidado de si mesmo e para a higiene pessoal	Em uma unidade de cuidados especiais	Moveu-se independentemente em uma cadeira de rodas	
100	Precisou de assistência para executar atividades de cuidado de si mesmo e para a higiene pessoal	Em uma unidade de cuidados especiais	Manteve-se acamado, ou em uma cadeira	