

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO  
TESE DE DOUTORADO**

**RACIOCÍNIO BASEADO EM CASOS  
UMA ABORDAGEM FUZZY PARA DIAGNÓSTICO NUTRICIONAL**

**MARIA ALICE LAGOS THÉ**

**Florianópolis - SC  
2001**

**MARIA ALICE LAGOS THÉ**

**RACIOCÍNIO BASEADO EM CASOS  
UMA ABORDAGEM FUZZY PARA DIAGNÓSTICO NUTRICIONAL**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção da Universidade Federal de Santa Catarina - UFSC, área de Inteligência Aplicada, como requisito à obtenção do grau de Doutor.

**ORIENTADOR:** Prof. Alejandro Martins, Ph.D.

**Florianópolis, setembro/ 2001**

**RACIOCÍNIO BASEADO EM CASOS  
UMA ABORDAGEM FUZZY PARA DIAGNÓSTICO NUTRICIONAL**

Nome: **Maria Alice Lagos Thé**

Esta Tese foi julgada adequada para a obtenção do Título de Doutor em Engenharia de Produção, e aprovada em sua forma final pelo Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção da Universidade Federal de Santa Catarina, em julho de 2001.

---

Prof. Ricardo Miranda Barcia, Ph.D.  
Coordenador do Curso de Pós-Graduação em Engenharia de Produção

**Banca Examinadora:**

---

Prof. Alejandro Martins, Ph.D.

Orientador

---

Prof. Francisco Antonio Pereira Fialho, Dr.

---

Maria Alice Altemburgue de Assis, Dra

---

Maria Bernadete de Souza Cortez, Dra.

---

Luis Alberto Gomez, Dr.

---

Mirela Sechi Moreti Annoni Notare, Dra

Thé, Maria Alice Lagos

Raciocínio baseado em casos uma abordagem Fuzzy para Diagnóstico Nutricional.

Florianópolis, 04/08/2001.

170 f.

Tese (Doutorado) – Universidade Federal de Santa Catarina,  
Programa de Pós-Graduação em Engenharia da Produção, Área de  
Concentração: Inteligência Aplicada.

Palavras-chave:

1. Raciocínio baseado em casos. 2. Nutrição. 3. Lógica Difusa

## DEDICATÓRIA

*Ao meu companheiro de jornada, **Roberto do Rosário**, por permitir expandir meus conhecimentos e honrar sua paciência em me esperar, muitas vezes à distância.*

*As minhas filhas, **Liciê e Lara** por seu amor e dedicação. O desafio de ser uma mãe pesquisadora fez com que eu as amasse ainda mais.*

*Aos meus pais, **Lygia e Nilbio**, pelo carinho, amor, suporte e incentivo fervoroso de cada degrau da vida que decido subir. Obrigado por estarem sempre ao meu lado.*

*A **Deus** por ter permitido minha vivência e sobrevivência nesta tão enriquecedora jornada de pesquisa.*

## **AGRADECIMENTOS**

Ao **CNPQ** pelo valioso suporte financeiro e estímulo ao pesquisador brasileiro.

Ao **Prof. Ricardo Miranda Bárcia**, Ph.D., Coordenador do Curso de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, pela valiosa participação e incentivo no decorrer desta pesquisa.

Ao meu orientador, **Prof. Alejandro Martins**, Ph.D., pela habilidosa supervisão e valiosa sabedoria na orientação deste trabalho.

Aos meus orientadores externos, **Prof<sup>a</sup> Rhonda C.Bell**, Ph.D. e o **Prof. Stephen Mc.Coll**, Ph.D. da University of Waterloo- Canadá, que me aceitaram como orientanda e tão profissionalmente me guiaram na parte prática deste trabalho.

Ao **Prof. Dr. Francisco Fialho**, pela contagiante garra no repassar de seus conhecimentos.

Ao meu amigo **Ms. Mamdum**, do Department of Health Studies, Waterloo- Canadá pela ajuda na coleta dos 2000 casos reais.

Aos pacientes da Pell Heart Health Survey- Canadá pela participação e disponibilidade na composição da base de casos.

Aos meus irmãos, **Leila, Nilbio, Jessé e Silviane** que compartilharam minhas lutas no decorrer desta pesquisa tão intimamente.

Ao meu irmão e amigo **Prof. Aquilles Karagiozis**, Ph.D., por motivar-me a cada vez mais, ir em frente!

A **Profª. Dra. Maria Alice A. de Assis**, que com seu entusiasmo e brilhante criatividade, vem semeando cada vez mais em mim, o amor à profissão e a pesquisa.

A Professora **Rosina Weber**, PhD, por todas as orientações e contribuições no início deste trabalho.

Ao Analista de Sistemas, **João Flávio**, pela participação do repassar seus conhecimentos de especialista em Analise de Sistemas, no decorrer deste trabalho.

A nutricionista **Ms.Katia Gravranik**, pelas valorosas contribuições nas discussões à distância no decorrer deste trabalho.

Aos amigos CBR'S, que por via website, orientaram e ampliaram meus conhecimentos.

A todos que direta e indiretamente contribuíram na conclusão deste trabalho.



# SUMÁRIO

<u>LISTA DE TABELA</u> .....	p.13
<u>LISTA DE ANEXOS</u> .....	p.14
<u>RESUMO</u> .....	p.15
<u>ABSTRACT</u> .....	p.16
<u>CAPÍTULO 1</u>	
<u>1. INTRODUÇÃO</u> .....	p.17
<u>1.1 Justificativa</u> .....	p.17
<u>1.2 Estabelecimento do Problema</u> .....	p.21
<u>1.3 Objetivo Geral e Específico</u> .....	p.21
<u>1.4 Hipóteses Gerais e Específicas</u> .....	p.21
<u>1.5 Limitações</u> .....	p.22
<u>1.6. Contribuições</u> .....	p.23
<u>1.7. Descrição dos Capítulos</u> .....	p.24
<u>CAPÍTULO 2</u>	
<u>2.1- O que necessitamos para obter um Diagnóstico Nutricional?</u> .....	p.26
<u>2.1.1 - Métodos utilizados para Avaliação Nutricional</u> .....	p.31
<u>2.2- Medidas que determinam riscos ou não à saúde</u> .....	p.33
<u>2.3- A Prescrição Dietética</u> .....	p.38
<u>2.4 Conclusão</u> .....	p.40
<u>CAPITULO 3</u>	
<u>3. Inteligência Artificial</u> .....	p.41
<u>3.1- Lógica Difusa</u> .....	p.41
<u>3.1.1- Conceitos, Aplicações e Exemplos</u> .....	p.41

<a href="#">3.1.2- Histórico</a>	p.42
<a href="#">3.1.3- Definindo os Conjuntos Difusos</a>	p.43
<a href="#">3.1.4- Representação do Conhecimento por Lógica Matemática</a>	p.45
<a href="#">3.1.5- Representação do Conhecimento em Lógica Difusa</a>	p.46
<a href="#">3.1.6- Construindo um Sistema Especialista em Lógica Difusa</a>	p.47
<a href="#">3.1.7- Recolhendo as informações dos especialistas</a>	p.49
<a href="#">3.1.8- Interpretando a descrição lingüística para a construção de regras</a>	p.50
<a href="#">3.1.9- Definição das Variáveis Lingüísticas utilizadas no exemplo</a>	p.55
<a href="#">3.1.2-Métodos para a escolha das Regras Lingüística</a>	p.58
<a href="#">3.2.1- Definição das Regras Lingüísticas</a>	p.59
<a href="#">3.2.2- Exemplo de aplicação</a>	p.61
<a href="#">3.2.3- Modelagem difusa</a>	p.63
<a href="#">3.2.4. Análise de estabilidade através de modelos difusos</a>	p.64
<a href="#">3.2.5- Definição da função de pertinência dos conjuntos difusos</a>	p.65
<a href="#">3.2.6- Escolha da estratégia de fuzificação</a>	p.65
<a href="#">3.2.7- Escolha da estratégia de desfuzificação</a>	p.65
<a href="#">3.2.8- Regras de controle</a>	p.66
<a href="#">3.2.9- Conclusão</a>	p.67

## **CAPÍTULO 4**

<b><u>4- Raciocínio Baseado em Casos (RBC)</u></b>	<b>p.69</b>
<b><u>4.1- A metodologia do RBC</u></b>	<b>p.69</b>
<b><u>4.2- Histórico</u></b>	<b>p.72</b>
<a href="#">4.2.1 Tipos de Raciocínio</a>	p.73
<a href="#">4.2.3- Conhecimento Baseado em Experiências</a>	p.75
<a href="#">4.2.4- O que seriam os Casos?</a>	p.75
<a href="#">4.2.5- Etapas de um sistema de RBC</a>	p.77
<a href="#">4.2.6- A Representação da Modelagem do Caso</a>	p.77
<a href="#">4.2.7- Memória</a>	p.79
<a href="#">4.2.8- Memória prototípica</a>	p.80
<a href="#">4.2.9- Protótipos</a>	p.81

<b><u>4.3- A Indexação</u></b> .....	<b>p.81</b>
<u>4.3.1- Indexando RBC e Fuzzy Casos</u> .....	p.82
<b><u>4.10- Recuperação do caso</u></b> .....	<b>p.83</b>
<u>4.10.1 Avaliação de Similaridade</u> .....	p.84
<u>4.10.2- Métrica de Similaridade</u> .....	p.85
<u>4.10.3- A Reutilização</u> .....	p.87
<u>4.10.4- A Adaptação</u> .....	p.87
<u>4.10.5- Vantagens da utilização do RBC</u> .....	p.88
<u>4.10.6- Desvantagens da utilização do RBC</u> .....	p.89
<u>4.10.7- Conclusão</u> .....	p.90
 <b><u>CAPÍTULO 5</u></b>	
<b><u>5- Integração de RBC e a Lógica Difusa</u></b> .....	<b>p.91</b>
<u>5.1- Conclusão</u> .....	p.91
 <b><u>CAPÍTULO 6</u></b>	
<b><u>6- Materiais e Métodos</u></b> .....	<b>p.93</b>
<b><u>6.1- Delineamento do Estudo</u></b> .....	<b>p.93</b>
<b><u>6.2 -Considerações Éticas e Confidenciais</u></b> .....	<b>p.94</b>
<b><u>6.3- Desenvolvimento do Instrumento de Pesquisa</u></b> .....	<b>p.95</b>
<b><u>6.4- Levantamento do Questionário</u></b> .....	<b>p.95</b>
<u>6.4.2-Variáveis</u> .....	p.97
<u>6.4.3- Classificação dos níveis de gasto energético</u> .....	p.98
<b><u>6.5- Desenvolvimento e Arquitetura do Sistema</u></b> .....	<b>p.99</b>
<b><u>6.6- Cálculos correspondentes às respostas dos questionários</u></b> .....	<b>p.102</b>
<b><u>6.7- Exploração e interpretação dos dados</u></b> .....	<b>p.105</b>

## **CAPÍTULO 7**

**7- Avaliação, Resultados e Discussões ..... p.106**

**7.1- Interpretação das descrições lingüísticas para construção de regras..... P.112**

**7.1.1- Recomendações Nutricionais .....p.112**

**7.1.2 Recomendações para mudanças no comportamento alimentar .....p.114**

**7.3- A Construção dos Protótipos e as Soluções Prototípicas ..... p.120**

**7.4- Guias- Soluções / Prescrições ..... p.128**

**8- CONCLUSÃO E FUTUROS DESENVOLVIMENTOS.....P.131**

**REFERÊNCIAS BIBIOGRÁFICAS ..... P.134**

## **LISTA DE TABELA**

**Tabela 1-** Referências da Taxa do Metabolismo Basal e Valores de Correspondência.....132

## **LISTA DE ANEXOS**

<b>Anexo I</b> – Questionário .....	151
<b>Anexo II</b> - Questionários – Inquérito de Consumo Alimentar .....	154
<b>Anexo III</b> - Exemplo de um caso .....	163
<b>Anexo IV</b> - Descrição do desenvolvimento do sistema.....	168

## RESUMO

Raciocínio Baseado em Casos (RBC) é uma técnica da Inteligência Artificial (IA), recentemente desenvolvida, para amenizar a elaboração de regras existentes em sistemas especialistas que modelam a cognição humana para resolver problemas. O RBC pode ser usado em circunstâncias específicas tais como para a determinação de um Diagnóstico Nutricional e Prescrição Dietética. Em muitos aspectos, é basicamente diferente de outras maiores abordagens da IA. Por acreditar que a matemática clássica sozinha não contempla todos os aspectos das escolhas desenvolvidas pela mente humana é que sentimos a necessidade de uma ferramenta mais flexível, onde possamos ter respostas em graus de cinza. É hábil para utilizar um específico conhecimento de experiências prévias, problemas com situações concretas (casos) e repetir o ato humano de lembrar prévios episódios resolvendo um dado problema por reconhecimento de outras afinidades. Para isso, integramos a metodologia do RBC e o modelo da Lógica Difusa no desenvolvimento deste sistema. Diagnóstico Nutricional e Prescrições Dietéticas são muito complexos, descrevendo estas considerações em parâmetros Fuzzy, como obesidade, comportamento individual, idade e tendências genéticas. O objetivo deste estudo, foi desenvolver um sistema inteligente que satisfizesse as necessidades de um especialista nutricionista ao determinar um Diagnóstico Nutricional e fornecer uma Prescrição Dietética a um indivíduo, utilizando-se ferramentas rápidas e próximas a cognição humana. A base de casos deste sistema, foi obtida através de um estudo realizado na instituição Pell Heart Survey Regional Municipality of Pell em 1997, na província de Ontário, Canadá. Esta pesquisa foi caracterizada como um estudo de casos, transversal e qualitativo. O objetivo da Instituição Peel neste estudo, foi determinar o estado nutricional desta população assim como diagnosticar doenças crônicas degenerativas não transmissíveis. A Instituição Pell coletou o tamanho de uma amostra de 2000 sujeitos, foram aleatoriamente selecionados em uma população adulta entre 18 e 59 anos de idade, de ambos os sexos. Os riscos nutricionais desta população foram determinados pelas variáveis de índices de massa corporal (IMC), avaliação dietética, necessidades energéticas totais (NET), o nível de atividade física, pressão arterial, colesterol sanguíneo, história familiar, tabagismo, sexo e idade. Pegou-se as amostras da Pell e fez-se um tratamento e análise dos dados. Aplicou-se o modelo fuzzy para valorar os atributos e a metodologia do Raciocínio Baseado em Casos, utilizou-se para compor os casos reais e suas devidas soluções, na base de casos. Constituiu-se um conjunto de protótipos para facilitar a aquisição dos casos, agilizando a recuperação dos mesmos, diminuindo-se a necessidade de adaptação. A ferramenta utilizada para testar os pesos, foi a shell Esteem 1.4 da Esteem Software e o programa estatístico utilizado foi SPSS, versão 8.0. O tamanho da amostra foi adequada. Verificou-se a sustentabilidade da capacidade do modelo tendo em vista a importância do aprendizado com a experiência. A validação do modelo fuzzy e do RBC chegou próximo a 100%.

## ABSTRACT

Case-Based Reasoning (CBR) is an example of Artificial Intelligence (AI) recently developed to facilitate the elaboration of rules that existed in specialist systems which models the aspect of human cognition to solve nutritional problems. CBR can be used in specific circumstances such as to determine a nutritional diagnose and to prescribe a diet. This approach in many aspects is fundamentally different from other major AI approaches. CBR is able to utilize the specific knowledge of problems or situations previously experienced and simulate the human memory to solve a given problem due to the recognition of their affinities. Diets are very complex prescriptions, enrolling the consideration of fuzzy parameters like obesity, individual behavior, age, genetic trends, etc. By believing that classic mathematics alone does not considers al. aspects of developed choices from the human mind, it feels the need of a more flexible tool, when we can have answers in the gray area as Fuzzy Logic. The goal of this study, was to developed a intelligent system that would satisfy the needs of nutritinist expertise when determing a nutritional diagnose and a given diet prescription for a client, using fast and closely to the human cognition. Therefore we combined the CBR methodology and the fuzzy logic model to developed this system. The current study was conducted at the Peel Heart Health Survey Regional Municipality of Peel, Canada. The major objective of this study was to diagnose this population and assess how the nutritional risks and chronic diseases non transmissible, testing the efficiency of Fuzzy Model and CBR methodology. The backlog of evidences that links nutrition and these diseases utilizes this expertise to assess the nutrition for prevention and control. The current study was based on a cross-section, qualitative, sampling survey known as the Peel Heart Health Survey- 1997. A telephone-administered survey of 2000 subjects randomly selected from adult population, between ages 18 and 59, 48.6% males and 51.4% females. Body Mass Index (BMI) determinate the nutritional risks, Dietary Assessment, and Needs Energy. Total (NET), Physical Active, Blood Pressure, Blood Cholesterol, Family History Heart Disease, Smoke Status, Gender and Age. The Fuzzy model was utilized to weigh each attribute. A complex of prototypes was built to handle the acquisition information of the cases, enhance the agility of retrieval and decrease the necessity of adaptation. The toll system used was a Shell ESTEEM 1.4 and the statistical software was SPSS version 8.0. The size of the sample was appropriated. We found that the system model was able to learn from the experience. The validation of the fuzzy model and the CBR toll was in excellent agreement (100%).



# CAPÍTULO 1

## 1. INTRODUÇÃO

*Não há linguagem mais universal e mais simples, mais livre de erros e de obscuridades, isto é, mais digna de expressar as relações invariáveis das coisas naturais[...] [A matemática] parece ser uma faculdade da mente humana destinada a suplementar a brevidade da vida e a implementação dos sentidos.*

Joseph Fourier, Discurso preliminar (1822)

### 1.1 Justificativa

Por mais de 30 anos, o objetivo de planejar cardápios por computadores tem sido uma difícil tarefa de se elucidar. Dados de conteúdo nutricional dos alimentos, foram primeiramente compilados pelo pioneiro nutricionista, Atwater (W.O), em 1895. Desde então, nutricionistas e cientistas que trabalham na área da saúde, têm usado o delineamento do banco de dados dietéticos terapêuticos, estimativa de nutrientes ingeridos pelo cliente, avaliação da ingestão alimentar e padrões dietéticos (BREDBENNER, 1988).

Em 1950, Alan Turing, elaborou um teste simples para saber se uma máquina seria capaz de pensar. O teste consistia da formulação de perguntas que seriam respondidas por um computador e por uma pessoa. Se fosse confundida com o ser humano, a máquina seria considerada inteligente. Ainda hoje esse modelo é utilizado na avaliação de alguns sistemas inteligentes (BARRETO, 1997). Durante a famosa Conferência do Colégio Dartmouth (1956) surgiu o campo de estudos da Inteligência Artificial. De acordo com as previsões feitas por

aqueles cientistas, as pessoas deveriam estar envolvidas em atividades recreativas, enquanto os computadores faziam todo o trabalho (GEVARTER, 1984).

Sistemas computadorizados para dar suporte a tarefa nutricional têm sido desenvolvidos e usados desde os anos 60 (ECKSTEIN, 1967).

Em 1964, Balintify usou programação linear para otimizar o planejamento de cardápios nutricionais adequado em custos e satisfação do consumidor.

Em 1965, Zadeh propõe a base da lógica difusa, que lida com avaliação de expressões lógicas, contendo valores incertos. Este modelo auxilia na resolução dos problemas que apresentam imprecisões incertezas e ambigüidades. Através de programas computacionais, têm-se buscado auxiliar o nutricionista no cálculo de nutrientes e no planejamento de cardápios (BALINTIFY, 1964; ECKSTINE, 1967). A utilização cada vez maior de ferramentas computacionais na execução dessas tarefas vêm disponibilizando ao nutricionista o tempo necessário para que desenvolva atividades de aprimoramento profissional e se atualize com o uso de novas tecnologias no campo da Nutrição (FRANK, G. C, 1986; BUZZARD M., 1991, LEE, R. D. et al., 1995; BIESEMEIER, C. & CHIMA, C. 1997).

Mais de 1000 software's na área de nutrição foram desenvolvidos nos últimos anos com sistemas especialistas, redes neuronais e outras metodologias (DIET PRO, 1993; DIET WIN, 1997; VIRTUAL NUTRI, 1998; NUTRIGENIE, 1998, DIET AND MENU PLANERS, 1998; MARK MULLER, 1999; SBA TECHNOLOGIES, 1999; CIBERSOFT, 2000, JOHN, 2001; CUNNINGHAM, 2001).

Porém, sistemas inteligentes capazes de realizar em conjunto as tarefas de diagnóstico nutricional e de prescrição de planos alimentares ainda não foram desenvolvidos.

Em 1967, Eckstein rejeitou essa aproximação matemática em favor da aproximação aleatória. Ela compôs cardápios de jantar, com itens aleatórios de alimentos e avaliou seus custos, cor, textura, forma, conteúdo energético, variedade, e aceitabilidade. Foi otimista sobre a perspectiva de seu sistema, notando que 99 cardápios poderiam levar 90 segundos para serem planejados, mas advertiu que expansões e refinamento eram necessários.

A partir dos anos 70, sistemas especialistas resolvedores de problemas baseados em conhecimento, formalmente começam a fazer parte da IA (CAO, 1995). Em 1979, sistemas

especialistas para diagnóstico e tratamento de hepatite foi introduzido na China. Em meados dos anos 80, instituições acadêmicas e industriais começaram a desenvolver sistemas baseados em conhecimentos enfocando um nível alto de integração de múltiplos modelos e metodologias nas áreas de economia, consultoria médica, agricultura, etc. A especificação e sofisticação de técnicas de medicina moderna têm avançado muito rapidamente fazendo com que profissionais da área médica mantenham-se com novos métodos de diagnóstico e tratamento. Na área de serviço de saúde, avaliação de saúde e diagnóstico são usualmente o ponto de partida da administração médica para descobrir o que está errado em um paciente com sintomas específicos. Inicia-se a avaliação médica e diagnóstica um dos primeiros assuntos a serem estudados na área de inteligência artificial médica, (LI, 1999). Em 1989, Yang desenvolveu um sistema planejador de refeições.

No domínio da nutrição, utilizando-se a metodologia do Raciocínio Baseado em Casos foi pioneiro Kristian Hammond (1986) que desenvolveu CHEF, um sistema no domínio de planejamento de receitas. O problema de entrada do sistema é um conjunto de objetivos que devem ser atendidos, e, a solução é composta por sugestões de receitas. Em 1991, Hinrich e Kolodner, desenvolveram o sistema JULIA, que é um sistema planejador de refeições. Esse sistema tem como objetivo planejar refeições simples para usuários de coletividade. Os problemas, são restrições alimentares, e, a solução é a satisfação das restrições. Em 1996, Cindy Marling, desenvolveu CAMP e PRISM, sistemas especialistas onde se utilizava a metodologia do RBC e Raciocínio Baseado em Regras (Marling, 1997). Esse sistema teve o objetivo de prescrever cardápios e receitas para população adulta sadia. Em 1998, a mesma autora aprimorou esse sistema, renomeando-o para CAMPER, onde as falhas dos dois sistemas anteriores observadas foram corrigidas e também ampliada a população beneficiada. Teria o objetivo de prescrever cardápios e receitas a populações sadias ou não. No Brasil, foram desenvolvidos três sistemas computacionais: Diet Pro 2.0 (MONTEIRO, 1999) que é um sistema de suporte a decisão em avaliação nutricional e prescrição de dietas que auxilia o profissional de Nutrição, Saúde e Alimentação na tomada de decisões. O Virtual Nutri (TUCUNDUVA, 1997), e Diet Win Versão Produção (REINSTEIN, 1993) destina-se a Nutrição Clínica e Unidades de Alimentação e Nutrição, ambos também sistemas de suporte a decisão, para auxiliar o profissional de saúde na tomada de decisão em avaliação nutricional e cálculo de dietas. Todos esses sistemas desenvolvidos são bancos de dados apenas.

Já no domínio de diagnóstico os sistemas desenvolvidos foram: SHIRNK, onde o foco é voltado ao diagnóstico Psiquiátrico; CASEY, voltado ao diagnóstico de problemas cardíacos e PROTOS, direcionado ao diagnóstico de distúrbios auditivos.

O conhecimento do especialista em Nutrição é obtido através da teoria e de experiências práticas. Assim, planos alimentares já indicados para pacientes anteriormente, podem ser aplicados a novos pacientes que apresentem características similares (ADA, 2000). A compreensão desse fato é de fundamental importância para a escolha do modelo computacional a ser utilizado na execução da tarefa de prescrição dietética.

O acúmulo de evidências que ligam a alimentação às doenças crônicas degenerativas não transmissíveis, tais como, diabetes, câncer, obesidade, doenças cardiovasculares, tem obrigado os especialistas a focar a Nutrição como forma de controlar e prevenir seu avanço (PADILLA, 1994; BLUMBERG, 1997; COLTON, 1999; MCCULLY, 1999; KRONHAUSEN, 1999).

Os Diagnósticos Nutricionais e Prescrições Dietéticas são muito complexos, envolvem considerações *Fuzz*, parâmetros como obesidade, comportamento individual, idade, tendências genéticas, etc. A tarefa de identificar todo o conhecimento, regras fuzzy e raciocínios usados pelo especialista, chega finalmente ao diagnóstico e conseqüentemente a uma prescrição dietética que é além do escopo desta Tese.

Tendo em vista este histórico do desenvolvimento de sistemas inteligentes computacionais e a carência de um sistema abrangente que associe técnicas mais apuradas para diagnosticar doenças crônico-degenerativas não transmissíveis e suas devidas prescrições dietéticas no domínio da Nutrição, é que nos motivamos a propor o desenvolvimento de um sistema inteligente que integrasse a melhor metodologia, que acreditamos ser a do Raciocínio Baseado em Casos e a modelagem da Lógica Difusa.

O diagnóstico nutricional e a prescrição dietética já estão implícitos na memória do especialista, necessitando então apenas repetir as respostas dadas que tiveram sucesso no passado. Esperamos ter um sistema que auxilie o profissional nutricionista a desenvolver suas atividades mais rapidamente e próxima a cognição humana. Breves exames nutricionais e métodos para avaliação são necessários para proposta clínica e educacional.

## 1.2 Estabelecimento do Problema

Empregando-se o modelo da Lógica Difusa e a metodologia do Raciocínio Baseado em Casos, teremos uma solução eficiente no Diagnóstico Nutricional e na Prescrição Dietética.

## 1.3 Objetivo Geral e Específico

Este estudo tem como objetivo geral:

- Verificar as contribuições efetivas na aplicação e implementação da tarefa nutricional, através do desenvolvimento de um sistema baseado em casos, utilizando-se a metodologia do RBC e o modelo da lógica difusa.
- Os objetivos específicos, são:
  - Tornar o processo de Diagnóstico Nutricional e Prescrição Dietética mais rápido e abrangente para o especialista.
  - Validação e aplicação deste sistema

## 1.4 Hipóteses Gerais e Específicas

### *Hipótese geral*

A metodologia de Raciocínio Baseado em Casos juntamente com o modelo da Lógica Difusa poderá ser a melhor combinação, dentre as técnicas de Inteligência Artificial, para se obter um diagnóstico nutricional e sua devida prescrição.

### *Hipótese específica*

É suficiente a construção de casos-prototípicos ou haverá a necessidade um número infinito de casos reais para compor a base de casos.

### **1.5 Limitações**

Os possíveis erros nos métodos de avaliação nutricional podem ocorrer na amostra populacional mal quantificada, no preconceito das respostas, nas respostas tanto de quem está entrevistando como de quem é entrevistado. Poderão ser omitidos alimentos ou serem adicionados. O peso, as porções, a frequência de consumo, a variação de um dia para o outro dos alimentos, podem ser estimados. Podem ocorrer variações de um dia para o outro, mudanças na dieta ou mesmo erro em codificar o alimento. Poderão ocorrer erros na conversão dos alimentos em nutrientes, nas amostras alimentares, análise direta, tabelas de composição química dos alimentos. E por último, podem ocorrer erros computacionais na análise dietética (CAMERON, 1998; MAURICE, 1999). Breves exames nutricionais e métodos para avaliação são necessários para proposta clínica e educacional.

A avaliação nutricional requer integração da história médica, exames laboratoriais, estimativas de requerimentos nutricionais e intervenção nutricional que é a solução e o resultado. O objetivo da avaliação nutricional é definir precisamente o estado nutricional do indivíduo, se há subnutrição, supernutrição, normalidade e hábitos errôneos de se alimentar para posteriormente determinar o nível de suporte nutricional necessário, monitorar as mudanças do estado nutricional e o efeito durante as intervenções de doenças crônicas ou de uma população sadia (MAURICE, 1999).

As limitações para a construção deste sistema foram a obtenção do número suficiente de casos reais e suas devidas soluções para compor a base de casos deste sistema assim como representar a cognição humana com a associação das técnicas descritas anteriormente.

Outras limitações como: representação do conhecimento humano em termos de dados estruturados que a máquina possa processar, como usar estrutura de dados abstratos para

generalizar uma informação útil no contexto de um caso específico; representação do conhecimento humano como ele realmente é, traduzi-la da mente para texto, no domínio de especialistas, dentro de representações abstratas; alto custo das ferramentas de RBC para testar os pesos dados aos atributos; construção de um banco de dados de composição nutricional dos alimentos e fórmulas para calcular TMB, foram algumas limitações encontradas.

## **1.6. Contribuições**

Por mais de quatro anos tenho pesquisado a fundo sistemas inteligentes, porque acredito que computadores são capazes de realizar as cognições humanas. Humanos são extremamente habilidosos em resolverem problemas pois tiveram aquisição de experiência durante um tempo de vida (conhecimento), como se tivessem uma força computacional paralela e uma enorme quantidade de memória. Penso que temos já suficiente força computacional disponível para fazer um sistema capaz de frustrar humanos em qualquer tarefa cognitiva.

A maior contribuição deste estudo é a introdução de uma nova abordagem para o Raciocínio Baseado em Casos (RBC) & Lógica Difusa no campo do Diagnóstico Nutricional. Tem uma grande contribuição também, na área de Engenharia de Produção, especificamente no que diz respeito à Inteligência Artificial com a construção de um sistema que enfoca atuais paradigmas.

O RBC, é usado para satisfazer as respostas baseadas em casos passados que foram solucionados com sucesso, enquanto a Lógica Difusa, contribui somando a proximidade da similaridade dos atributos através de valores numéricos mais próximos da realidade individual, resultando em um percentual mais parecido à cognição humana. O modelo de nosso sistema especialista, poderá usar diferentes tipos de raciocínio nutricional para determinação do Diagnóstico Nutricional e Prescrição Dietética.

Outras contribuições são:

- Uma nova métrica de RBC para identificação e recuperação de casos reutilizados baseados em uma fácil adaptação.
- Um domínio público de Diagnóstico Nutricional e Prescrição Dietética, acessível via Word Wide Web.
- Usar o sistema em instituições, como hospitais, escolas, universidades, centros de saúde de atividade física, assim como em programas de educação nutricional.
- Uma proposta especial de Diagnóstico Nutricional no uso de prevenção e ou tratamento de doenças crônico degenerativas não transmissíveis.
- Um profundo entendimento nas duas ferramentas, RBC e Lógica Difusa. Seus sucessos e insucessos.
- Dar a comunidade de RBC's uma oportunidade de aprendizado de RBC através do uso da metodologia do RBC para o melhoramento das ferramentas de trabalho na área de Nutrição.

Obtendo-se todos esses passos, será importante realizar a compilação dos dados e o retorno do diagnóstico assim como a prescrição dietética ao paciente. Para o sucesso do tratamento nutricional é necessária estratégia rápida e eficiente dando ao paciente segurança e confiança no tratamento proposto e no profissional que o acompanha. Para isso, nos próximos capítulos, descrevemos a fundamentação teórica do modelo proposto para implementação do sistema de Diagnóstico e Prescrição Dietética.

### **1.7. Descrição dos Capítulos**

Para facilitar o entendimento e a compreensão do trabalho, é de fundamental importância descrever os conceitos básicos empregados na pesquisa. Em vista disso iniciamos esses conceitos no capítulo 2, 3, 4 e 5 onde faremos uma breve descrição dos temas que



orientaram o desenvolvimento do sistema proposto abordando a metodologia escolhida: Diagnóstico Nutricional, Lógica Difusa e Raciocínio Baseado em Casos.

No capítulo 6 descrevemos a metodologia sugerida para utilização neste estudo. O capítulo 7 está descrito a avaliação, resultados e discussões. No capítulo 8 temos todas as referências bibliográficas utilizadas para a fundamentação teórica deste trabalho.

## CAPÍTULO 2

### 2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

#### 2.1- O que necessitamos para obter um Diagnóstico Nutricional?

Para a obtenção do diagnóstico nutricional, o especialista nutricionista tem que coletar um conjunto de informações clínicas, antropométricas, bioquímicas e nutricionais bem como, estilo de vida de um indivíduo para posterior cálculo das necessidades energéticas. As técnicas desenvolvidas e utilizadas para essa avaliação foram realizadas a partir de 1650, com Lavoisier e seus contemporâneos, que introduziram o termo “*Calorique*” para definir calor. Durante a primeira metade do ano de 1800, técnicas para medidas químicas de alimentos e outros materiais biológicos foram desenvolvidos e conceitos científicos de Lavoisier foram ainda considerados controversos. Na segunda metade de 1800, foi relatados a existência de oxidação alimentar e a presença de produção de aquecimento em uma bomba calorimétrica. A partir daí, os estudos se estenderam. Antes da II Guerra Mundial, medidas de concentração de gás, em câmeras ou quartos calorímetros e volumétricos foram ampliados para mensurar as taxas de metabolismo basal de um indivíduo. Houve um significativo avanço em 1980, onde foi usada a técnica de medida de duplicação da água para mensurar a energia gasta de um indivíduo. Foram também definidos alguns cálculos para se medir Taxas de Metabolismo em Repouso (MAURICE, et al., 1999).

A Taxa de Metabolismo em Repouso (TMR) representa a maior porção de energia gasta diariamente (60 a 75%) e é a medida de energia gasta para manter as funções normais do corpo e a homeostase. Esse processo inclui funções cardiovasculares e pulmonares, energia consumida pelo sistema nervoso central, homeostase celular, e outras reações bioquímicas que envolvem a manutenção do organismo em repouso. O termo Taxa de Metabolismo Basal

(TMB) é utilizado para calcular a taxa de metabolismo de indivíduos em situações especiais. Hoje em dia, por razões conceituais e práticas, esse termo é raramente utilizado. A Taxa do Metabolismo em Repouso, poderá ser, algumas vezes mais alta que a Taxa do Metabolismo Basal. A TMR, é relatada para medidas de massa de gordura corporal que é também influenciada pela idade, sexo, composição corporal e fatores genéticos (MAURICE et al, 1999). A TMR decresce com o avanço da idade (2% a 3%). Homens tendem a ter maior TMR do que mulheres. Hoje em dia são utilizados vários métodos para determinar a energia gasta pelo organismo humano. Um deles é descrito como Calorimetria Indireta, que é a estimativa da energia produzida pela medida do consumo de  $O_2$  e produção de  $CO_2$  do indivíduo. Outra medida é a do Substrato Oxidativo, que é o uso de avaliação da oxidação de três macronutrientes (proteína, gordura e carboidratos). Essa medida é utilizada em combinação com a avaliação da energia gasta. Outra técnica é definida como *Labeled Bicarbonate*, que é utilizada para medir energia gasta em um curto prazo de tempo. Já para a estimativa dos requerimentos energéticos diários totais tem sido tradicionalmente e atualmente utilizado as formulas da FAO/OMS, baseada em equações de regressão linear segundo a idade e o sexo do indivíduo e fatores de atividade.

O inquérito recordatório é para estimar consumo de alimentos, os requerimentos energéticos são estimados com técnicas de calorimetria, ou com o método da FAO/OMS/UNO. Apesar de se ter muitos métodos disponíveis para se estimar o consumo alimentar, são todos repletos de limitações e de problemas metodológicos. Enquanto há uma clara necessidade para se ter uma recomendação bem fundamentada para as necessidades energéticas diárias, têm ocorrido muitos problemas técnicos, fisiológicos e conceituais para a realização das mesmas (MAURICE et al, 1999).

Algumas vezes no diagnóstico médico e/ou nutricional, ocorrem perdas de coleta de dados em um número grande de seus pacientes com uma ou mais condições consideradas raras ou até mesmo inexistentes. Alguns destes diagnósticos são baseados na história do paciente, tipicamente incluindo o cansaço ou outros sintomas comuns relacionados com o emocional, enquanto outros são baseados em resultados laboratoriais interpretados inapropriadamente (MAURICE et al, 1999).

O profissional nutricionista, após avaliar as necessidades energéticas totais, define a conduta dietoterápica apropriada realizada na primeira consulta de acordo com o estilo e

qualidade de vida do indivíduo. A partir daí, inicia-se a avaliação de possíveis fatores de riscos nutricionais, (KRAUSE & MAHAN, 1995). O risco nutricional é o potencial prejuízo que uma alimentação inadequada, associada a fatores hereditários ou não, pode ocasionar a um indivíduo. Boa nutrição é essencial para uma boa saúde, além do que, encontrar alimentos que preencham nossas necessidades nutricionais não é uma tarefa fácil.

A Avaliação Nutricional é o primeiro procedimento que o especialista executa com o paciente. Procedimentos de Avaliação Nutricional foram primeiramente utilizados em estudos para descrever o estado nutricional de populações. O primeiro método utilizado foi descrito em 1932 pela Organização de Saúde da Liga das Nações. Em 1955, no Comitê Interdepartamental em Nutrição para Defesa Nacional (ICNND) dos Estados Unidos, utilizou-o para ajudar países em desenvolvimento na avaliação do estado nutricional e identificação de problemas de desnutrição assim como caminhos para soluções. Em 1963 o ICNND, lançou um manual com métodos, guias e interpretações de avaliação nutricional, no intuito de padronizar estas avaliações em todos os países. A Organização Mundial da Saúde (OMS) reuniu um Comitê de Especialistas em Avaliação Médica do Estado Nutricional onde surgiu a segunda publicação preparada por Jelliffe em 1966, em parceria com 25 especialistas em diversas áreas médicas, nutricionais, bioquímicas, tecnólogas de alimentos, agrônomos, saúde pública e odontologia de vários países.

De acordo com este histórico, e as experiências ao longo dos tempos na prática nutricional, Gibson em 1990, conceituou que a *“Avaliação Nutricional é a interpretação de informações obtidas através de estudos da dieta, exames bioquímicos, antropométricos e clínicos”*. Morrison, 1996, complementa esse raciocínio, dizendo que *“avaliação nutricional é o cálculo dos requerimentos nutricionais individuais baseados na interpretação de informações clínicas obtidas através dos itens anteriormente relatados”*. Já outros autores atualmente definem as necessidades nutricionais como o simples suprimento das necessidades básicas do corpo, através do consumo de energia provindas dos alimentos e nutrientes, obtida através de uma alimentação balanceada e variada (WEIL, 2000; GREGGAINS, 2000; BALDINGER et al, 1999; WILLS, 1999; ROSS, 1999; JADA, 1999; KRONHAUSEN, 1999).

O Diagnóstico Nutricional é a medida de indicadores do padrão dietético para identificar mais definitivamente a possível ocorrência, natureza e extensão de uma dieta pobre

ou o prejuízo ao estado nutricional. Consiste em identificar mais detalhadamente uma dieta, hábitos alimentares, assuntos relacionados à doença e outros fatores que possam ser causas e que afetem o aconselhamento do estado nutricional. Elementos necessários para uma boa avaliação nutricional são compostos por História Médica (história de doenças passadas e presentes) e Exame Físico, História Nutricional (história do peso, hábitos alimentar e história dietética), Medidas Antropométricas, Teste e Avaliação Laboratorial (KIRBY, D. & DUDRICK, S., 2000; BRONNER, F., 2000; MAURICE, 1999).

Assis (1997), coloca de maneira bem clara, após uma grande revisão bibliográfica, que a forma clássica de se coletar essas informações introduzindo novos itens que refletem a prática diária de um profissional da área de nutrição em uma consulta nutricional, são:

- Identificação do paciente ▶ Nome, data de nascimento, endereço, situação conjugal, gestante ou não, número de filhos, profissão, condições sócio-econômicas, atividade física.
- História da doença atual ▶ Dados coletados através da análise do prontuário ou encaminhamento médico levando-se em conta todos os fatores de risco do paciente para doenças crônico-degenerativas.
- Avaliação laboratorial ▶ Avaliação dos resultados de exames laboratoriais de rotina, tais como colesterol total, hemograma, hemoglobina e hematócrito, soro albumina, triglicerídios, glicose, ácido úrico, uréia e creatinina.
- Avaliação antropométrica ▶ Obtenção dos valores de peso e altura para determinar o peso ideal do indivíduo. A proporção destes valores chama-se Índice de Massa Corporal (IMC) ou *Índice de Quetelet* ( $\text{kg}/\text{m}^2$ ). O IMC é calculado a partir das variáveis peso, altura e sexo, utilizando-se a seguinte fórmula:  $\text{IMC}=\text{P}/\text{A}^2$ . Dados antropométricos obtidos através dessas medidas fornecem informações sobre a massa e a distribuição de gordura corpórea, medidas de circunferências do punho, da cintura e quadril.
- Antecedentes pessoais e antecedentes familiares ▶ Pesquisar história da doença atual se tiver e doenças familiares relacionadas principalmente às doenças crônico-degenerativas.

- Inquérito alimentar ▶ O histórico do consumo alimentar feito através de anamnese alimentar, recordatório dos hábitos dietéticos e ingestão de alimentos que poderão identificar possíveis desequilíbrios de nutrientes. Escolha alimentar são fatores importantes que refletem no estilo de vida do indivíduo. Inclui-se recordatório de 24 horas, ingesta alimentar usual, recordatório alimentar de mais de 7 dias e frequência alimentar. São componentes importantes a serem considerados: a historia clínica, sócio econômica e história familiar. Hábitos alimentares errôneos podem interferir no estado nutricional do indivíduo.
- Avaliação nutricional ▶ Determinar uma boa avaliação nutricional em clínica é difícil devido a vários fatores não nutricionais que alteram muitos dos parâmetros utilizados para determinar o estado nutricional. O indivíduo que não se alimenta bem é mal nutrido, resultando em alterações na ingestão, digestão e/ou absorção, no metabolismo na excreção e/ou requerimentos metabólicos de energia dietética, proteínas e outros nutrientes.
- Antecedentes médicos ▶ Indicam patologias que podem estar associadas à alimentação, como por exemplo, diabetes, obesidade, hipertensão, câncer, anemia ferropriva, alergias e intolerância alimentares.
- Estilo de vida ▶ Dados qualitativos e quantitativos sobre a atividade profissional, prática de exercício físico, lazer, tabagismo, etilismo, estresse.
- Fatores psicossociais ▶ Ansiedade, depressão, condição sócio-econômica podem alterar o comportamento alimentar.

Um estudo feito pela ADA (2000) com 145 pares de irmãos, onde um se encontrava com peso normal e um era obeso. Os dados coletados da pesquisa foram relacionados a fatores de bem estar emocional, nutrientes ingeridos e energia, atividade física e outros. Os dados encontraram tendências a obesidade entre irmãos que tinham mais alta ingesta de energia e consumo de gordura, baixo gasto energético com atividades físicas e baixo nível de bem estar emocional comparados com os irmãos com peso normal. Concluíram que influências ambientais assim como energia, nutrientes ingeridos e atividade física, são extremamente relacionados com a obesidade severa. Aconselham a profissionais nutricionistas que

considerem ambos fatores genéticos e ambientais quando consultar indivíduos ou familiares com história de obesidade.

A história familiar e a história alimentar são pertinentes a má nutrição e a obesidade. Por exemplo, dietas altas em calorias, com alto teor de gordura saturada e baixo teor de fibras, são associadas com um índice elevado de obesidade e de câncer de cólon. Assim como dietas baixas em vitaminas B12 e vegetais, fontes de folato, podem predispor a hyperhomocysteinemia e doenças cardiovasculares (MAURICE, 1999; KRONHAUSEN, 1999; ROSS, 1999; WEIL, 2000).

### *2.1.1 - Métodos utilizados para Avaliação Nutricional*

São utilizados atualmente vários recursos para Avaliação Nutricional de dietas tais como:

- O inquérito recordatório de 24 horas que é a descrição de todos os alimentos e bebidas consumidas nas refeições do dia anteriores. Poderá ser feito pessoalmente ou por telefone. Utensílios domésticos são utilizados para ajudar a quantificar.
- Questionário de frequência alimentar: são listas de alimentos especificados de frequência e consumo diário, semanal, mensal ou um período de vários meses ou até mesmo por ano. Os itens alimentares e o número consumido variam de acordo com o objetivo da avaliação.
- Semiquantitativo questionário de frequência alimentar é similar ao anterior, sendo que a tamanha das porções utilizada é especificada.
- Repórter diário alimentar registrado: através de um questionário pré-elaborado, a pessoa responde qual o consumo alimentar diário.
- Método prospectivo de registro alimentar pesado: o indivíduo registra tudo com as devidas medidas e pesos dos alimentos.
- Registro por telefone: a pessoa faz a entrevista por telefone usando registro de ingesta alimentar tão logo que tenha ocorrido.

- Registro por fotografia e vídeo tape: o indivíduo fotografa os alimentos consumidos por padrões de câmera à distância.
- Registro eletrônico: o indivíduo registra tudo através de programas computacionais.
- Registro em conjunto portátil eletrônico em escala: o indivíduo registra a ingestão numa escala eletrônica de pesos.
- Observação direta por vídeo registro: o indivíduo é filmado e depois rever seu comportamento alimentar.
- Direta observação por observadores treinados: o observador treinado supervisiona o ambiente diretamente e poderá usar um dos métodos acima mencionados para avaliar o indivíduo.

A orientação nutricional é o resultado do emprego de uma tecnologia (conhecimentos científicos e práticos, métodos de avaliação nutricional e de orientação) o que gera um produto que é a prescrição da dieta em forma escrita e ou verbal, e o resultado seria a melhoria das condições de saúde (por exemplo à redução do peso e da pressão arterial, a diminuição do risco de doenças cardiovasculares, um físico mais adequado aos padrões de saúde e estética).

De acordo com a definição antropológica, a tecnologia é um bem cultural que se desenvolve através da habilidade e do treino, ou seja, a ligação entre o homem e a língua, entre o homem e a técnica, significando que não se pode desligar a tecnologia do homem e da cultura. A experiência empírica e os conhecimentos científicos são importantes para a transformação de tecnologias e comportamentos visando o estabelecimento de hábitos alimentares saudáveis.



## 2.2- Medidas que determinam riscos ou não à saúde

Neste item estão descritas as medidas utilizadas atualmente para determinar riscos ou não a saúde de uma população.

### a) O Índice de Massa Corporal

Segundo a Associação Médica Canadense (1997), o Índice de Massa Corporal (IMC) é usado no mundo inteiro como indicador determinante do índice de gordura por metro quadrado do indivíduo. Método simples, de baixo custo, preciso e de credibilidade é utilizado por vários países como ferramenta de orientação no tratamento da obesidade e em pesquisas epidemiológicas (ST JEOR, 1997, MAURICE, 1999). Constitui um instrumento importante para o diagnóstico nutricional. Ele é calculado da seguinte forma:

$$\text{IMC} = \text{Peso} / \text{Altura}^2$$

O IMC é o peso corpóreo atual do indivíduo, dividido pela sua altura ao quadrado ( $\text{altura}^2$ ). Cálculos baseados no valor do peso ideal, sugerem IMC para homens e mulheres normais na faixa de 20-27  $\text{kg/m}^2$ . Indivíduos com índices maiores são classificados de sobrepeso, até mesmo obesos e os que estiverem abaixo do índice de 20  $\text{kg/m}^2$  são considerados como índice subnormal, assim sendo considerados subnutridos. Essa classificação no entanto, não poderá ser aplicada, por exemplo para homens com baixa estatura ou mulheres muito altas e magras. Apesar das diferenças de gordura corporal, existentes quanto ao sexo, o índice médio de ambos são os mesmos durante a adolescência e adultos jovens. O IMC fornece uma boa aproximação de gordura para grupos populacionais devido à maioria das diferenças de pesos entre adultos, e decorrentes da massa corporal gorda. Em 1985, Andres analisou a relação entre o IMC e a mortalidade em adultos. Em seus estudos, para um IMC de aproximadamente 20  $\text{kg/m}^2$ , para indivíduos na faixa etária entre 20 e 29 anos de idade, havia um aumento progressivo chegando até em média, 27  $\text{kg/m}^2$  na idade de 60 a 69 anos, ocorrendo então somente neste período maiores riscos de doenças crônico-degenerativas.

Outras técnicas são utilizadas para determinar o risco a saúde, onde algumas estão descritas a seguir.

De acordo com a literatura (MAURICE, 1999) pode-se considerar índices desde malnutrição até obesidade segundo os índices descritos abaixo:

<b>Categoria</b>	<b>Índice de Massa Corporal</b>
<i>Obesidade</i>	
III	> 40
II	30 – 40
I	25 – 29.9
Normal	≥ 18.5 - < 25
<i>Má Nutrição</i>	
I	17.0 – 18.4
II	16.0 – 16.9
III	< 16

#### **b) Balanço Metabólico**

Através da técnica de Balanço Metabólico pode-se detectar pequenas mudanças no conteúdo e na composição corpórea muito facilmente. O procedimento usual é subtrair as excreções fecais e de urina do que foi ingerido pelo indivíduo.

#### **c) Antropometria**

A antropometria é uma das mais antigas técnicas para quantificar a composição corpórea e a mais prática na área clínica. Com essa técnica pode-se mensurar rapidamente o estado de severidade nutricional do indivíduo. Por essa razão, antropometria é uma ferramenta indispensável na prática nutricional clínica (MAURICE, 1999; KRAUSE, 95).

A antropometria inclui medidas da espessura da dobra cutânea, que esta localizada na região média do tríceps, bíceps, parte inferior da ponta da escápula e acima

da crista ilíaca. Algumas medidas, como prega cutânea abdominal e circunferência do quadril tem alguma relação com a gordura corporal também. As relações quantitativas entre as medidas antropométricas e composição corporal, variam de acordo com o sexo e a idade do indivíduo. É de considerável interesse a distribuição de gordura corporal, como possível fator de estado de saúde em adultos. Estudos longitudinais têm mostrado que homens e mulheres com altas taxas de circunferência do quadril (com configuração de maçã) têm mais alta mortalidade por enfarto cardíaco e doenças cardiovasculares, do que aquelas que a relação cintura- quadril é baixa (configuração de pêra). As medidas que correspondem a um bom índice de saúde são de, 0.8 para mulheres de meia idade e idosas, e de 0.9 para homens,(ASSIS, 1997; MAURICE, 1999).

**d) Técnica Computadorizada, Tomografia**

Com essa técnica, pode-se diferenciar o tecido mole magro da gordura e dos ossos tão bem quanto determinar o tamanho de um órgão.

**e) Imagem com Ressonância Magnética**

É a ferramenta mais poderosa para avaliação da quantidade de gordura corporal. Consegue-se obter também, as quantidades de tecido mole magro, peso ósseo, quantidade de água e o tamanho individual dos órgãos internos, vasos sanguíneos e artérias, músculos, todos com uma vantagem de não serem expostos a raios.

É a técnica mais cara existente no momento.

**f) Método da Bioimpedância**

É um método usado através de eletro condutores, também de bom resultado quanto às respostas aos percentuais de gordura, tecido ósseo, tecido muscular e água corporal.

**g) Índice do Tecido Adiposo Visceral**

O índice do tecido adiposo visceral abdominal é medido através de uma fita métrica o diâmetro da cintura que se localiza um dedo acima do umbigo. Medidas acima de 100cm são consideradas como potencialidades aterogênicas, distúrbios metabólicos (POULIOT, 1994; ASSIS, 1997).

O hábito de fumar, excessivo consumo de álcool e inatividade física são fatores de risco a saúde também.

Vários estudiosos do mundo inteiro são unânimes em afirmar que para uma boa qualidade de vida é necessário manter um peso ideal a sua altura, idade e sexo. Para a manutenção deste peso deve-se consumir alimentos com baixo teor de gordura, ficar atento à energia total consumida que deverá ser de acordo com as necessidades diárias e o hábito de se exercitar deverá ser diário. A manutenção destes hábitos fará com que se reduza mortes prematuras (WHO, 1998; RABKING et al, 1998, ADA, 1998, KLEIN, C. et al, 1998, FAHM, E. & JOCELYN. J., 1998, COULSTON, A ., 1998, NONAS, C. 1998; MAURICE, 1999).

A composição de gordura corpórea de um indivíduo obeso, geralmente está com um balanço energético positivo são considerados também nutricionalmente doentes. É infrutífero questionar se o fator primário e o decréscimo de atividade física ou é o aumento da ingesta calórica. Observações através de autópsias, mostram que obesos possuem um coração maior que um indivíduo não obeso. O rim e o fígado também se apresentam em tamanhos maiores. O Metabolismo Basal de Repouso desses indivíduos é aumentado, como também os níveis de

hemoglobina sangüínea, a espessura do córtex metacarpal e o conteúdo total de minerais no osso. Há discussões hoje de que produtos excessivamente nutritivos aumentam tanto a massa magra como a massa gorda em animais e humanos. A massa magra e a gorda não são independentes. Técnicas modernas citadas acima, ajudam muito a definir as mudanças da composição corpórea. (MAURICE, 1999)

Alguns exames que detectam possíveis fatores de risco, em uma aguda e crônica dieta inadequada são obtidos através de sinais óbvios de uma ingesta ou mesmo em uma dificuldade de se alimentar nos casos hospitalares, situações de stress, nutrição enteral e parenteral. Os índices antropométricos de risco estão entre abaixo de  $19\text{kg/m}^2$  e acima de  $30\text{kg/m}^2$ .

Já com os indicadores bioquímicos deve-se ficar em alerta quando surgem resultados com baixa albumina sangüínea, hemoglobina e hematócrito. Os indicadores funcionais são levados em conta quando o indivíduo tem baixa atividade diária.

Há evidências de sinais clínicos em indivíduos que apresentam deficiências nutricionais que podem ser detectadas através dos cabelos (alopecia), cavidade oral (glossistitis), unhas e pele (seborréia), glândulas endócrinas (tireóide), sinais cardíacos (palpitações), gastrointestinais (diarréia), extremidades corporais (como músculos, edemas periféricos, circulação), circulação (anemia hemolítica), neurológico (confusão mental, convulsões). Todos esses sintomas são provocados por possível falta de minerais, vitaminas, proteínas, carboidratos e lipídios (WHIRNEY, 1996; CAMERON, 1998; WEIL, 2000).

A evolução dietética e a avaliação dos cuidados de saúde, quanto à prevenção de doenças crônico-degenerativas até o presente, não se têm ainda um consenso de qual o melhor método a ser aplicado na avaliação dietética, ou do estado nutricional do indivíduo em clínica. Atualmente profissionais da saúde são ou estão em dúvida sobre o que deve ser examinado para detectar má-nutrição e obesidade, e se os exames são realmente efetivos. Nos Estados Unidos, exames médicos nutricionais são incluídos nos serviços preventivos, nas recomendações em consultas nutricionais.

### 2.3- A Prescrição Dietética

Quando se tem o diagnóstico médico/nutricional em mãos, o Nutricionista está apto a elaborar a Prescrição Dietética compatível ao paciente em estudo. As Recomendações Diárias Alimentares (RDA's, 1989) são respeitadas. Para a realidade brasileira há uma adaptação das recomendações através da Pirâmide de Alimentos, proposta pela Associação Dietética Americana, que foi adaptada para brasileiros por Philippi et al. (USP, 1996), para a elaboração de cardápios.

Algumas considerações abordadas pela *American Dietetic Association* (ADA) e a *Canadian Dietetic Association*, também devem ser considerados na elaboração das dietas devida as abordagens feitas quanto às porções alimentares indicadas por refeições e as melhores opções de gordura utilizadas e seus respectivos percentuais permitidos.

A prescrição dietética deve conter a recomendação de calorias, a porcentagem de carboidratos, proteínas e lipídios com relação ao valor calórico total da dieta, a quantidade de ácidos graxos saturados, poliinsaturados e monoinsaturados, colesterol, fibras, vitaminas, minerais e líquidos. Para atender a estas recomendações específicas deve ser indicado recomendações gerais para uma alimentação equilibrada. Ao conjunto da prescrição dietética, cardápio e recomendações gerais chamamos *Plano Alimentar*.

A elaboração do *Plano Alimentar*, deve considerar os itens propostos pela ADA (1999, 2000) e os guias alimentares. Cabe ressaltar que o plano alimentar representa, em alguns casos, uma nova forma de aceitar a alimentação. Muitos hábitos alimentares considerados errôneos devem ser corrigidos, enfatizando-se a boa alimentação e uma adequada maneira de preparar, visando sempre à matéria prima a ser utilizada (WHIRNEY, 1996; ROGERS, 1998; RICHARD, 1999; WEIL, 2000). Deve-se elaborar uma dieta adequada para cada necessidade nutricional, um plano alimentar com sugestões de cardápios e suas possíveis variações através de substituições de alimentos. Existem muitas maneiras de contemplar as substituições dos alimentos, uma delas é através dos equivalentes calóricos de cada alimento para efetuar as substituições coerentes com o tipo de alimento e suas calorias. A Universidade de Ciências e Tecnologia de Alimentos, SP, em 1999, editou a última versão da tabela de composição

química dos alimentos com a realidade brasileira, dentro dos hábitos alimentares regionais ([http://www.fcf.usp.br/tabela/vigilância sanitária](http://www.fcf.usp.br/tabela/vigilância_sanitária)).

Em um recente estudo sobre planejamento de cardápios, somente 11% dos nutricionistas conseguiram calcular cardápios que atendessem ao RDA de 1989 (MAURICE, 1999) conforme especifica o *Dietary Guidelines for Americans*. Dollahite et al (1995), fizeram uma pesquisa entre os principais guias alimentares e cardápios calculados por nutricionistas. Observou-se neste estudo que a maior parte dos entrevistados encontraram dificuldades para elaborar cardápios que atingissem a todas as recomendações propostas pelos guias. Num outro estudo, quando os cardápios eram planejados para atender tanto ao *Dietary Guidelines* quanto ao RDA, Deleeuw et al. (1992), encontraram que não era possível atender aos dois critérios em dietas de redução calórica, (CAMARGO, 1999).

Através desses fatos, constata-se que os guias alimentares estabelecem critérios para a avaliação de cardápios. Eles não informam precisamente como construir cardápios que atendam a seus critérios. Contudo, o mais construtivo desses guias é o *Food Guide Pyramid* (FGP) (U. S. Department of Agriculture, 1981) que diz quais tipos e quantidades de alimentos devem ser incluídos numa dieta diária balanceada. Na abordagem do FGP são estabelecidos grupos de alimentos e suas substituições. Um cardápio balanceado é composto pela seleção do número certo de porções de cada grupo. Essa abordagem tem seu mérito e também seus problemas. No planejamento manual de cardápios as pessoas estão propensas a usar incorretamente essa abordagem selecionando alternativas alimentares com nutrientes de baixa densidade ou ingerindo porções de tamanho menor que o recomendado. Nem todos os alimentos de cada grupo possuem a mesma qualidade nutricional. Cardápios construídos de acordo com esses guias não atendem necessariamente a outras recomendações dietéticas.

Segundo Spears (1995), o planejamento de cardápios auxiliado por sistemas computacionais inteligentes constitui um desafio em Inteligência Artificial devido à dificuldade em quantificar as variáveis estéticas como sabor, cor e textura, e as variáveis nutricionais envolvidas. A cor e a textura podem ser modeladas através de lógica difusa, mas gosto do alimento é uma variável muito pessoal além, é claro, dos aspectos nutricionais, que não podem ser esquecidos.

## 2.4 Conclusão

A Nutrição desempenha um papel fundamental na qualidade de vida. Contudo, nem sempre é possível seguir hábitos alimentares saudáveis, pois existem fatores internos e externos que interferem no comportamento na nutrição humana. O acúmulo de evidências que ligam a alimentação a doenças, particularmente as doenças crônicas degenerativas não transmissíveis, tem obrigado os especialistas a focar a Nutrição preventiva como forma de controlar e prevenir o avanço dessas doenças. As doenças crônicas degenerativas não transmissíveis constituem importante queda na qualidade de vida e foram as principais causas de mortes neste final de século.

O cuidado nutricional individual é muito importante na prevenção e no tratamento dessas doenças, relacionadas com a alimentação. O estabelecimento de uma conduta dietética adequada depende do diagnóstico nutricional para avaliar a existência de fatores de risco nutricional que estejam levando o indivíduo a apresentar uma doença crônica degenerativa não transmissível.

A prescrição dietética deve conter a recomendação de calorias e nutrientes para atender as necessidades nutricionais específicas de cada paciente, indicando recomendações gerais para uma alimentação equilibrada e balanceada.

Nesta *Tese* apresentamos uma nova aproximação que integra conceitos de conjuntos difusos e lógica difusa dentro do processo de indexação e recuperação dos casos. Essas aproximações têm algumas vantagens sobre os métodos existentes. Primeiro permite características numéricas para serem convertidas em termos FUZZY, que simplifica o processo de combinações. Segundo, permite casos dentro de diferentes domínios a serem comparados e, por último permite maior flexibilidade na recuperação de casos candidatos. Assim sendo, no próximo item, introduziremos os conceitos de Lógica Difusa pois necessitamos de mecanismos que convertam características numéricas dentro de termos qualitativos para a construção do sistema proposto.



## CAPITULO 3

### 3. INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL

#### 3.1- Lógica Difusa

*A humanidade gosta de pensar em termos de opostos extremos. É dada a formular suas crenças em termos de ou isto/ou aquilo, entre os quais não reconhece nenhuma possibilidade intermediária. Quando forçada a reconhecer que os extremos não podem se concretizar, a humanidade ainda se inclina a sustentar que estão certos em teoria, mas que na prática as circunstâncias nos compelem a adotar uma solução de compromisso.*

Jonh Dewey, Experiência e educação, I (1938)

##### 3.1.1- Conceitos, Aplicações e Exemplos

Na década de 60, o professor Lotfi A. Zadeh em Berkeley, nos Estados Unidos, acreditava que a matemática clássica sozinha não contemplava todos os aspectos das escolhas desenvolvidas pela mente humana. Devida à necessidade de ferramentas mais flexíveis, onde não tenhamos somente respostas abruptas como “Verdadeiro e Falso”, emerge a Lógica Difusa, permitindo a possibilidade de teoricamente as proposições não necessariamente serem “Pretas ou Brancas”, pois muitas vezes vemos em graus de “Cinza” (NEGOITA, 1985). Cresce então, a possibilidade do fenômeno de interpretação não quantitativo em situações vagas e incertas. Para a Lógica Difusa, entende-se um sistema lógico não clássico, onde existe um intervalo entre  $[0,1]$ , aparecendo respostas vagas e não exatas. Construindo uma Lógica capaz de adequar complexo Fuzzy para um raciocínio baseado no senso comum, nós poderemos resolver problemas como Diagnóstico Nutricional mais próximo de uma cognição humana (WIRSAM, 1999; ZADEH, 1999; FRANK, H. 1996). Segundo a Enciclopédia

Encarta 99, a cognição é o ato ou processo de conhecimento que inclui atenção, percepção, memória, raciocínio, julgamento, imaginação, pensamento e maneira de falar. Tudo isso tentaremos representar através da Inteligência Artificial, no sistema inteligente proposto, utilizando-se a ferramenta computacional que é usado para realizar ampla variedade de atividades com segurança, exatidão e rapidez.

### *3.1.2- Histórico*

A idéia inicial de desenvolver um sistema inteligente utilizando-se a Lógica Difusa, foi introduzida por Lotfi A. Zadeh, professor da Universidade da Califórnia- Berkely em 1965. Tem sido hoje uma das mais sucedidas técnicas para o desenvolvimento de sistemas de controle sofisticado. A Lógica Difusa direciona tal aplicação perfeitamente como a semelhante decisão humana fazendo com habilidade a generalização de soluções precisas através de informações certas ou mesmo aproximadas. O professor Toshiro Terano da University de Hosei, inspirado pelo trabalho de Zadeh's, introduziu a idéia na comunidade de pesquisas japonesas mais ou menos em 1972. Talvez porque a cultura japonesa veja a natureza humana em sentido vago, foram imediatamente entusiasmados com a idéia. Começaram então, as primeiras aplicações em grande escala no processo de eletro-mecânica, como em sistemas de metro e elevadores.

A Lógica Difusa no Japão, está sendo um exemplo de aplicações. Hoje os japoneses usam-na para fabricação de câmeras e no processo industrial de controle. Essa técnica é mais fácil de desenhar e também mais barata de se produzir. No Japão há uma produção das mais altas tecnologias do mundo, eles estão utilizando a Lógica Difusa na maioria de seus produtos onde uma das maiores é a automação de trem em Sendai.

Em 1974, Abe Mamdani, desenvolveu um laboratório Fuzzy de controle de locomotiva a vapor. A primeira aplicação comercial fuzzy foi em 1980, de um forno de cimento para a produção de papel.

Em 1989, o instituto chamado LIFE (Laboratório Internacional de Engenharia Fuzzy), começou a operar no início de 1990 sobre a liderança do Professor Toshiro Terano da Universidade de Hosei. Tiveram três focos principais para esse programa: suporte de decisão, que incluía ambos trabalhos em mediação humana e sistemas de total controle automático; inteligência de robôs, que incluíram trabalhos em falar e entendimentos de imagens assim como planejamento de robôs e computação fuzzy, que direcionou a produção de hardware e software de computadores necessários para total implementação dos sistemas. Estima-se que há pelo menos 200 sistemas de controle fuzzy usados totalmente nesta área e há mais de 2000 engenheiros na sociedade japonesa de fuzzy control. As aplicações hoje são encontradas em uma variedade de aplicações de controle incluindo microondas, robôs, automatização em geral, aviões, elevadores (controle de passageiros), sinais de trânsito (traffic lights), metrô, processos de controle químico, fabricações de máquinas de lavar, vídeos câmeras e automóveis, sistemas de controle de mini-submarinos, controle de mudanças de engrenagem automática, sistemas de suspensão e freio de carro, aplicações domésticas e armas.

Para termos noção de como isso tudo foi inicialmente construído, vamos definir primeiramente o que são conjuntos difusos.

### *3.1.3- Definindo os Conjuntos Difusos*

Os termos (constantes ou variáveis) utilizados em lógica difusa pertencem a classes cujos contornos não são precisamente delimitados. Os elementos “u” que pertencem a uma classe possuem graus (coeficientes) de pertinência ( $\mu(u)$ ) no intervalo  $[0,1]$  que estabelecem quão bem o objeto é compatível com o conceito representado por esta classe. Um conjunto difuso é definido por seus elementos e respectivos coeficientes de pertinência (SUGENO & KANG, 1986, PEDRYCZ, 1989; LEE, 1990).

Seja  $X$  um conjunto de objetos formando um Universo do qual  $x$  é um elemento genérico. Seja  $A$  um subconjunto de  $X$ . Seja  $\nu_A(x)$  a função característica que define se  $x$  é um membro de  $A$ . Um conjunto difuso tem as seguintes características:

☞ A é um subconjunto de X sem limites precisos (muito maior, muito menor, etc.)

☞  $\nu_A(x)$  pode assumir qualquer valor real no intervalo  $[0, N]$

$$A = \{ (x, \nu_A(x)), x \in X \}$$

n

$$A = \nu_A(x_1)|x_1 + \dots + \nu_A(x_n)|x_n = \sum_{i=1}^n \nu_A(x_i)|x_i$$

i=1

$$A = \int_X \nu_A(x)|x$$

$\nu_A(x)$  é uma função que mapeia uma ou mais variáveis a um grau de pertinência dentro de um conjunto difuso. A função gaussiana é a mais popular na implementação das representações difusas de números simples:  $\nu_A(x) = e^{-k(x-a)^2}$ . A constante K controla a largura de um conjunto difuso.

Pertinência

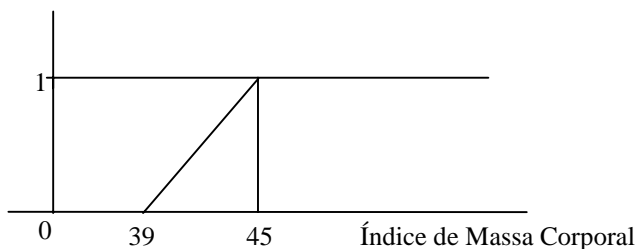
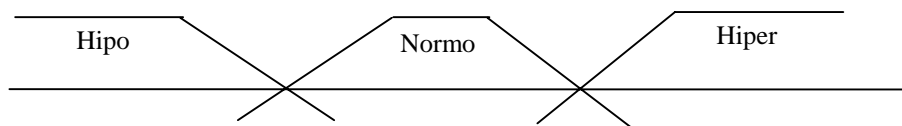


Figura. 1- Representação da variável difusa Índice de Massa Corporal para obesidade tipo II

Tomando como exemplo o conjunto difuso de Índice de Massa Corporal tipo II, pode-se definir que a partir de 45 qualquer pessoa é considerada como tendo um índice corporal tipo II. Já as pessoas com menos de 39 não são consideradas altas pertencentes ao tipo II (coeficientes de pertinência igual a 0). As pessoas de índice de massa corporal entre 39 e 45 possuem coeficientes de pertinência entre 0 e 1, sendo que este coeficiente representa o grau com que essas pessoas podem ser consideradas como pertencentes ao tipo II.

A implementação mais comum dos conjuntos difusos envolve o mapeamento de uma variável contínua do domínio dos números reais em uma pequena coleção de conjuntos difusos. Por exemplo, poderíamos mapear o número de lipídios, carboidratos e proteínas ingeridas por um indivíduo em três conjuntos difusos: hipo, normo e hiper.



**Figura 2** - Mapeamento típico de um número real em 3 conjuntos difusos

### 3.1.4- Representação do Conhecimento por Lógica Matemática

A lógica, que é o estudo matemático e filosófico mais antigo sobre a natureza do raciocínio e do conhecimento foi um dos primeiros esquemas de representação usados em IA.

As proposições simples podem ser combinadas através de conectores lógicos para formar proposições compostas. Existem cinco conectores lógicos: "E", "OU", "NÃO", "IMPLICA" e "EQÜIVALÊNCIA"; os seus símbolos são " $\wedge$ ", " $\vee$ ", " $\sim$ ", " $\rightarrow$ ", e " $\equiv$ " respectivamente.

Entretanto, para os propósitos da IA, a lógica de proposições não é muito útil. Para podermos representar apropriadamente nosso conhecimento do mundo com algum formalismo, devemos poder expressar não somente proposições verdadeiras - V ou Falsas - F, mas também expressar ou descrever objetos e generalizações sobre classes de objetos. A lógica de predicados satisfaz esses objetivos.

A maior vantagem dessa forma de representação é a facilidade de manipular e deduzir novos fatos a partir de fatos já conhecidos. A maior desvantagem dessa representação é a dificuldade para determinar quais fatos podem ser relevantes durante um processo ou não. Para isso na próxima secção, descreveremos como poderíamos representar este conhecimento em Lógica Difusa.

### *3.1.5- Representação do Conhecimento em Lógica Difusa*

Existe a necessidade de uma metodologia que não faça do formalismo, rigor e precisão matemática, um fetiche, mas sim, que seja tolerante com a imprecisão e verdades parciais. A representação da imprecisão associada a conceitos tais como “alto”, “baixo”, “muito baixo”, etc..., é complexa e não obedece a extrema rigidez clássica, em relação à pertinência dos elementos em dados, conjuntos e situações que não se adaptam perfeitamente aos modelos convencionais. A partir disso, surgiu a teoria dos conjuntos difusos para modelar imprecisões do raciocínio humano. A teoria dos conjuntos difusos implementa classes ou grupos de dados com limites que são marcadamente definidos (ex: fuzzy). Qualquer metodologia ou teoria de implementação de definição “crisp” assim como teoria de conjuntos clássicos, aritméticos e programação podem ser fuzificados através da generalização de conceitos de conjuntos crisp para conjuntos difusos com limites nebulosos. Os benefícios da técnica fuzzy e a firmeza de resolver problemas do mundo real, com inevitáveis suposições em alguns graus de imprecisões e ruído das variáveis e parâmetros, medidos e processados para aplicações (ZADEH, 1999). A teoria de conjuntos difusos inclui lógica difusa, aritmética fuzzy, fuzzy matemática programada, topologia fuzzy, teoria gráfica fuzzy e análise de dados fuzzy. A intenção do termo lógica difusa é frequentemente usada para descrever todos esses processos. No que diz respeito à nutrição humana e dietas há um grau de imprecisão muito grande, onde teremos que considerar uma multiplicidade de fatores direta e indiretamente relacionados ao indivíduo, à dieta e ao meio em que vive.

Uma dieta equilibrada é o resultado de um diagnóstico que leva em conta diversos parâmetros objetivos e subjetivos, como peso, altura, idade, sexo, atividade e hábitos alimentares. A partir desses dados e, com base no diagnóstico de um especialista, é proposto um plano alimentar.

Ao planejar e avaliar dietas para indivíduos ou grupos populacionais devemos considerar que a alimentação habitual deve suprir todas as necessidades nutricionais, satisfazer o apetite e promover um padrão alimentar sadio.

Os fundamentos de uma dieta adequada e equilibrada já estão estabelecidos, embora sejam limitados devido ao incompleto conhecimento da Ciência da Nutrição, podendo sofrer alterações de acordo com o progresso das pesquisas na área.

Em termos individuais não existe uma dieta padrão ótima, pois os indivíduos têm uma constituição genética própria, vivem em ambientes diferentes, possuem hábitos de vida e alimentares particulares (MAURICE, 1999).

Num sentido amplo, uma dieta ótima seria aquela que permitisse o desenvolvimento de um indivíduo ao seu maior potencial, promovesse o seu melhor desempenho físico e mental, possibilitasse a maior resistência a infecções e a doenças e não acelerasse o processo de envelhecimento.

A dieta adequada, nutricionalmente, seria aquela que suprisse o indivíduo dos vários nutrientes que o organismo necessita para a sua manutenção, reparação para os processos vitais do crescimento e desenvolvimento.

Construir um sistema especialista é um esforço colaborativo entre um especialista e um engenheiro de conhecimento. O especialista explica o processo de pensamento usado para representar alguma tarefa e o engenheiro de conhecimento modela esse processo em um programa computacional. Juntos, eles revêem o programa, refinam e validam-no , repetindo como eles aprendem naturalmente a tarefa.

### *3.1.6- Construindo um Sistema Especialista em Lógica Difusa*

De acordo com Durkin (1994), uma visão simples de um sistema especialista é a apresentada na figura 1. A base de conhecimentos contém o conhecimento especializado, fornecido pelo especialista. Compreende fatos, regras, conceitos e relações. O motor de inferências é o processador de conhecimento, que é construído de acordo com a forma como o especialista raciocina.



**Figura 3.** Diagrama de Bloco de um Sistema Especialista (Fonte Durkin, 1994)

Para se construir um Sistema Especialista empregando Lógica Difusa, sete passos são recomendados na literatura:

- Definir o Problema
- Definir as Variáveis Lingüísticas
- Definir os Conjuntos Difusos
- Definir as Regras Difusas
- Construir o Sistema
- Testar o Sistema
- Fazer o Turnning do Sistema

O que não é dito na literatura, e que se constitui na questão chave para o sucesso ou o insucesso da construção de tal sistema, é o como se obter estas informações dos especialistas. Neste estudo, nos limitaremos aos quatro primeiros passos e daremos uma ênfase especial sem pretender aprofundar o assunto na complexidade inerente ao recolhimento de informações dos especialistas.



### 3.1.7- *Recolhendo as informações dos especialistas*

Um modelo difuso de um sistema consiste de um grupo finito de implicações difusas (regras lingüísticas ou relações) que, juntas, formam um algoritmo para determinar as saídas do processo, com base em um número finito de entradas e saídas passadas (TONG, 1978). Várias situações podem ser encontradas a partir das quais pode-se derivar um modelo difuso:

- Existência de uma descrição lingüística que reflita uma compreensão qualitativa do processo. Nesse caso, um grupo de regras lingüísticas pode ser construído diretamente;
- Equações conhecidas que descrevam (ao menos de maneira geral) o comportamento do processo, mas seus parâmetros não podem ser precisamente identificados;
- Equações muito complexas que modelem o processo e que são interpretadas de maneira difusa para construir um grupo de regras lingüísticas;
- Dados experimentais de entrada/saída do processo usados para estimar o comportamento difuso do mesmo (ALIEV et al., 1991).

Em nosso caso, partimos do conhecimento de um especialista e do raciocínio por ele utilizado para chegar ao diagnóstico e, a partir daí, propor um plano alimentar.

Em uma primeira tentativa, obteve-se do especialista os seguintes conjuntos de regras para escolha da dieta a ser indicada para um sujeito.

- SE o sujeito é do sexo feminino, tem 34 anos de idade, 1.57 m de estatura, 75 kg, atividade leve e índice de massa corporal igual a  $30.4 \text{ kg/m}^2$  ENTÃO o peso ideal é 51.7 kg. Esta classificada como tendo obesidade tipo I e um VCT (Valor Calórico Total) igual a 2174 cal/dia, necessita uma dieta de 1800 calorias/dia.
- SE o sujeito ingere 3000 calorias dia, com taxa elevada de lipídios (>30%), proteínas (>15%), carboidratos (>65%) do VCT, ENTÃO dieta normolipídica, normoproteica, normocarbohidrato e com VCT recomendado de acordo com IMC ideal para a idade;

- SE o sujeito elabora o seu próprio alimento com gorduras saturadas, sem controle de medidas e tipo de preparação, ENTÃO oferecer lista de medidas caseiras e listas de substituições de alimentos, ensinar como preparar os alimentos da maneira mais saudável.
- SE o sujeito é do sexo masculino tem 19 anos, 1.74m de estatura, 53 kg, atividade moderada e  $IMC = 17.5 \text{ kg/m}^2$  ENTÃO peso ideal 66.4kg (está subnutrido) e  $VCT = 2.881$  calorias /dia e sugestão de cardápios e orientação para preparação dos alimentos.
- SE o sujeito faz três grandes refeições ao dia, é obeso tipo II, ENTÃO dieta abaixo de 10% do VCT calculado e recomendação para distribuição dos alimentos em seis refeições ao dia, incluindo vegetais verdes, frutas, principalmente as cítricas e distribuição das calorias nos percentuais normais de proteínas, carboidratos, e lipídios.
- SE o sujeito tem obesidade leve, é inativo, ENTÃO dieta hipocalórica (VCT menor que o recomendado 5%), orientação para atividade física diária, gradativamente.

### *3.1.8- Interpretando a descrição lingüística para a construção de regras*

Em nosso caso, partiremos da descrição lingüística e, a partir daí, definiremos as variáveis, as regras e relações, de forma a determinar um algoritmo. Como exemplo de descrição lingüística, temos:

- SE o sujeito é do sexo feminino, tem 34 anos de idade, 1.57 m de estatura, 75 kg, atividade leve e índice de massa corporal igual a  $30.4 \text{ kg/m}^2$  ENTÃO o peso ideal é 51.7 kg e, por isso, ele é classificado como tendo obesidade tipo I e um VCT (valor calórico Total) igual a 2174 cal/dia, necessitando uma dieta de 1800 calorias/dia

Assinalando os substantivos, as seguintes variáveis podem ser identificadas: sexo, idade, estatura, atividade, peso, índice de massa corporal, obesidade, valor calórico total,

percentagem de carboidratos, percentagem de proteínas e percentagem de lipídios. Destes, temos as variáveis:

Dicotômicas: sexo

Quantitativas: peso

estatura

idade

índice de massa corporal

valor calórico total

dieta

Difusa: obesidade

atividade

Observe, pelos predicados associados aos substantivos, que algumas destas variáveis, embora possam ter a elas atribuídas um valor quantitativo, do ponto de vista do processo em questão, são difusas, como:

- peso (ideal, alto, baixo, etc.)
- índice de massa corporal (desnutrido, normal, obesidade, etc...)
- idade (jovem, velho)
- valor calórico total (hipocalórico, normocalórico, hipercalórico)

Como nossa intenção, neste estudo, é a de construir um Sistema buscando um modelo de raciocínio humano, sua cognição, com auxílio da modelagem Fuzzy, nos propusemos imaginar um conjunto de variáveis lingüísticas, digamos três e estabelecer algumas regras fictícias, digamos 10, associadas a estas variáveis, para melhor entendimento de como esse sistema funcionará.

Explicamos isso ao especialista em nutrição e pedimos que imagine regras fictícias envolvendo, apenas, as variáveis Índice de Massa Corporal, idade, patologia, atividade física. A nova lista fornecida foi a seguinte:

1 -

SE sujeito necessita de um plano nutricional equilibrado

ENTÃO cálculo nutricional de acordo com idade, sexo, altura, atividade física e sintomas.

2 -

SE sujeito sobrepeso,

OU obeso tipo I

OU tipo II

ENTÃO dieta tipo I mais atividade física.

3 -

SE sujeito tem alguma patologia associada à obesidade

ENTÃO plano alimentar calculado de acordo com sexo, idade, altura e peso e acompanhamento, médico-nutricional.

4 -

SE sujeito obeso,

E ativo

E não elabora seu próprio alimento,

ENTÃO orientar o sujeito e a família sobre os tipos de alimentos, preparações, quantidades mínimas e máximas dos alimentos nos grupos alimentares.

5 -

SE calculados dieta e proposto plano alimentar

ENTÃO marcar retorno para avaliação da conduta alimentar e estabelecer programas para mudanças de hábitos alimentares e de vida.

6 -

SE sujeito tem hábitos alimentares não saudáveis,

OU independente

OU se é desnutrido,

OU normal ou obeso

ENTÃO elaborar cardápios de acordo com hábito alimentar do sujeito, suas preferências alimentares e sua rotina de vida.

7 -

SE o sujeito é bebê

E sobrepeso (mais que 20% de seu peso ideal)

ENTÃO reorientação alimentar e estímulo ao aleitamento materno.

8 -

SE sujeito idoso,

E obeso,

E sexo feminino

E vida sedentária,

E possíveis sintomas de osteoporose

ENTÃO recomendação exposição ao sol com atividade física e ingestão de alimentos ricos em cálcio tipo, leite e derivados desnatados, frutos do mar, vegetais como couve-flor, brócolis, repolho, agrião, beterraba cozida e sua folha, espinafre e acelga.

9 -

SE sujeito adulto

E IMC > 39 kg/m<sup>2</sup> (obesidade tipo II)

E dieta hipocalórica

ENTÃO procurar um especialista médico para possíveis investigações laboratoriais e diagnóstico provável para distúrbios endócrinos.

10 -

SE sujeito obeso,

E compulsivo,

E independente do grau de obesidade

ENTÃO seguir dieta conforme prescrição, fazer 5 a 6 refeições ao dia, em pequenos volumes, para diminuir o apetite; mastigar devagar e comer em ambiente tranqüilo; consumir as saladas antes das refeições principais pois isto aumenta a saciedade e diminui a absorção de gordura pelo organismo; evitar alimentos muito calóricos como: doces em geral, chocolates, frituras, maionese, salgadinhos, carnes gordas.

Evitar bebidas alcoólicas pois não possuem nutrientes.

Só após muitas conversas, explicando que o que se queria era um sub conjunto de regras simples, não necessariamente corretas tecnicamente, é que se obteve a informação solicitada. Não vamos nos estender mais neste tópico mas destacamos a relevância do mesmo para o sucesso ou insucesso na construção do Sistema.

### 3.1.9- Definição das Variáveis Lingüísticas utilizadas no exemplo

Uma variável lingüística é caracterizada por uma quintupla  $(\mathbf{u}, \mathbf{t}(\mathbf{u}), \mathbf{U}, \mathbf{G}, \mathbf{M})$  onde  $u$  é o nome da variável;  $T(u)$  é o conjunto de termos de  $u$ , onde termos são os nomes dos valores lingüísticos de  $u$ , cada um representando um conjunto difuso;  $U$  é o universo de discurso onde os conjuntos são definidos;  $G$  é uma regra sintática para gerar os nomes dos termos de  $u$ ; e  $M$  é uma regra semântica que associa a cada termo  $T(u)$  seu significado (Lee, 1990).

Em nossa aplicação, definimos as variáveis lingüísticas:

a) Índice de massa corporal  $\frac{peso}{altura^2}$

$U$  = Índice de massa corporal;

$T(u)$  = subnutrição, peso normal, sobrepeso, obesidade tipo I e obesidade tipo II;

$U$  =  $\{1, 200 \text{ kg/m}^2\}$

$G$  = os conjuntos obedecem a uma ordem crescente que vai de subnutrição a obesidade tipo II;

$M$  = subnutrido significa um índice de massa corporal  $< 20 \text{ kg/m}^2$

peso normal vai de 19 a 26  $\text{kg/m}^2$

sobrepeso vai de 25 a 31  $\text{kg/m}^2$

obesidade tipo I de 30 a 40  $\text{kg/m}^2$

obesidade tipo II para maior que 39  $\text{kg/m}^2$

A relação entre o peso e a altura proporciona um cálculo sobre o grau de sobrepeso, sendo que a maneira mais prática de relacionar o peso e a altura é a proporção chamada índice de massa corporal (IMC) ou Índice de Quetelet.

## b) Idades

$u$  = Idade;

$T(u)$  = bebê, criança, jovem, adulto, idoso;

$U$  = idade de uma pessoa pode estar dentro de  $(0, 150)$  anos

$G$  = os conjuntos obedecem a uma ordem crescente que vai de bebê a idoso;

$M$  =

bebê tem menos de 1 ano

criança vai de 8 meses até 14 anos

jovem vai de 9 anos até 35 anos

adulto vai de 15 até 60 anos

idoso vai de 40 até 150

## c) Atividade

$u$  = Atividade física;

$T(u)$  = leve, moderada, muito ativa, extremamente ativa;

$U$  = taxa de atividade de uma pessoa; corresponde à profissão do indivíduo, ou seja, o universo é o universo de todas as profissões.

$G$  = os conjuntos obedecem a uma ordem crescente que vai de leve para extremamente ativa;



M =

**Leve** significa, para Homens {empregados de escritório, profissionais liberais, lojistas e desempregados}; para Mulheres {empregadas de escritório, donas de casa com aparelhos eletrodomésticos, professoras e a maioria das mulheres profissionais}.

**Moderada** significa para Homens {empregados da indústria leve estudantes, operários, trabalhadores de fazendas, soldados quando não em serviço, pescadores}; para Mulheres {operárias da indústria leve, donas de casa sem aparelhos eletrônicos, estudantes, balconistas, etc.}.

**Muito ativa** significa para Homens {lavradores, operários não especializados, trabalhadores florestais, soldados quando em serviço, mineiros, etc.}; para Mulheres {algumas lavradoras, dançarinas, atletas, etc.}.

**Extremamente ativa** significa para Homens {madeireiros, ferreiros}; para Mulheres {trabalhadoras de construção}.

d) Dieta

u = Composição nutricional dos alimentos;

T(u) = tipo 1; tipo 2; tipo 3;

U = tipo de dieta que vai de 1 a 3

G = os conjuntos obedecem a uma ordem crescente que vai de tipo 1 para tipo 3;

M =

tipo 1 significa dieta hipocalórica, sem proteína animal

tipo 2 significa dieta nomocalórica, rica em fibras

tipo 3 significa hipercalórica, moderada em proteína animal

Os objetivos de um inquérito alimentar são: avaliar os hábitos alimentares do sujeito e de sua família, identificando especialmente os alimentos ricos em colesterol e ácidos graxos saturados. Determinar a frequência de ingestão dos alimentos. Calcular a ingesta calórica e coletar outras informações, tais como: tipos de preparações, tipo de óleo ou gordura utilizados nas preparações, números, e local das refeições.

### *3.1.2-Métodos para a escolha das Regras Lingüística*

A tabela de regras lingüísticas é resultado da utilização de métodos lingüísticos de identificação. Em Takagi & Sugeno (1985), é proposto um método que consiste em utilizar regras de formato fixo, onde somente conectivos e lógico ligam as proposições antecedentes e que a proposição conseqüente é uma função linear das entradas do processo. A estrutura do modelo então seria:

$$\text{Se } x_1 = A_1 \text{ e } x_2 = A_2 \text{ e } \dots x_k = A_k \text{ então } y = f(x_1, x_2, \dots, x_k).$$

O algoritmo de identificação dos parâmetros consiste em:

- Escolher uma combinação de variáveis de entrada para compor as proposições do antecedente;
- Determinar as partições ótimas dos universos de discurso dessas variáveis e
- Determinar os parâmetros ótimos da função linear conseqüente.

Os valores ótimos são estabelecidos a partir de um índice de desempenho, que mede o erro entre a saída do modelo e os dados de saída do processo real.

Em Tong (1978b), é proposto um método com três fases distintas:

- Definição da classe dos modelos que envolve a quantificação dos espaços das variáveis difusas, a definição dos conjuntos difusos primários e a escolha da estrutura do modelo em termos de entradas e saídas;
- Identificação das regras a partir dos dados de entrada/saída do sistema. Nessa fase são realizadas todas as combinações possíveis entre os conjuntos das variáveis de

entrada e é verificado quais destas combinações melhor descrevem o comportamento exibido pelos dados de entrada/saída;

- Testes da qualidade do modelo, medida por três índices: complexidade, índice de precisão e índice de incerteza. É escolhido o modelo que melhor satisfaz as características consideradas relevantes, apontadas pelos índices.

Uma forma prática de representar um conjunto de regras que utilizam as mesmas variáveis é uma tabela de regras. Nesta tabela as colunas e linhas são as declarações nos antecedentes das regras, enquanto os elementos que formam a tabela são as saídas correspondes a cada combinação desses antecedentes. Essa tabela também é chamada tabela de decisão ou tabela de busca (RUTHERFORD & BLOORE, 1976). O tamanho da tabela depende do número de variáveis e do número de conjuntos por variável.

É importante salientar que cada elemento da tabela corresponde a uma regra. Assim, se não houver sido declarada uma regra para uma condição das variáveis de entrada o elemento da tabela será indefinido, podendo ser utilizado, se necessário, um valor padrão ou um dos valores mais próximos. Se houver mais que uma regra para a mesma condição o elemento da tabela terá mais que um valor possível, sendo utilizado algum critério, técnico ou econômico, para escolher um entre os valores possíveis (BRA & RUTHERFORD, 1979b, ALIEV et al., 1991).

### *3.2.1- Definição das Regras Lingüísticas*

Seguindo a metodologia proposta por Takagi & Sugeno (1985), temos:

- Escolha da combinação de variáveis de entrada para compor os antecedentes: As variáveis de entrada são: Índice de massa corporal *IMC* (subnutrido *S*, peso normal *N*, sobrepeso *P*, tipo I *T1*, tipo II *T2*); Idade *ID* (bebê *B*, criança *C*, jovem *J*, adulto *A*, idoso *V*). De todas as combinações possíveis, vamos selecionar 06, a saber: Consideremos as seguintes regras:

- 1) SE     sujeito (criança ou bebê)  
  
      e (com obesidade tipo II ou sobrepeso)  
  
      e inativo  
  
      ENTÃO dieta hipocalórica
  
- 2) SE     sujeito jovem  
  
      e (subnutrido ou baixo peso)  
  
      e atividade moderada  
  
      ENTÃO dieta tipo III
  
- 3) SE     sujeito idoso  
  
      e subnutrido  
  
      e inativo  
  
      ENTÃO dieta tipo II e hipercalórica mais atividade física
  
- 4) SE     sujeito jovem  
  
      e obeso tipo II  
  
      e atividade extremamente ativa  
  
      e dieta tipoII  
  
      ENTÃO procurar médico endocrinologista

5) SE sujeito adulto

e peso normal

e dieta hipercalórica

e atividade ativa

ENTÃO tudo OK sem prescrições adicionais.

6) SE sujeito adulto

e sobrepeso tipo 1

e atividade leve

ENTÃO dieta hipocalórica

Os próximos passos para se calcular o resultado, consistem em:

- Determinar as partições ótimas dos universos de discurso dessas variáveis e
- Determinar os parâmetros ótimos da função linear conseqüente.

### 3.2.2- Exemplo de aplicação

#### **Caso 1**

Paciente do sexo masculino, idade 19 anos, 1.74 de estatura , 53 kg, operário e  $IMC=17.5kg/m^2$ .

A idade de 19 anos caracteriza o indivíduo como jovem ( $v = 1$ ); o IMC de 17.5 caracteriza subnutrido, também com ( $v = 1$ ) e operário, ou seja, atividade moderada. Aplique-se, sem maiores complicações ‘fuzzy’, a regra 2, ou seja:

SE     sujeito jovem  
        e (subnutrido ou baixo peso)  
        e atividade moderada

ENTÃO dieta tipo III

## **Caso2**

Paciente do sexo feminino, idade 34 anos, 1.57m de estatura, 75 kg, dona de casa com aparelhos eletrodomésticos e  $IMC = 30.4 \text{ kg/m}^2$ .

A idade de 34 anos caracteriza o indivíduo como jovem ( $\nu = 0,2$ ), ou adulto ( $\nu = 0,8$ ); o IMC de 30.4 caracteriza sobrepeso ( $\nu = 0,3$ ) ou obesidade tipo I ( $\nu = 0,3$ ) e o fato de ser dona de casa que utiliza eletrodomésticos caracteriza uma atividade leve. Aplica-se, também nesse caso, sem cálculos fuzzy, a regra 6, ou seja:

SE     sujeito adulto  
        e sobrepeso tipo 1  
        e atividade leve

ENTÃO dieta hipocalórica

No caso mais geral, teríamos uma regra para cada uma das situações possíveis o que nos forçaria a, em certos casos, utilizarmos as composições and, or e not (e, ou e não) para calcular as possibilidades de cada possível solução para o problema.

Como se pode ver, a relação difusa é uma definição numérica precisa da implicação existente em uma regra, sendo que ela relaciona numericamente os conjuntos difusos associados ao antecedente e ao conseqüente da regra. Um conjunto de regras gera um conjunto de relações que, unidas, geram uma relação composta que expressa a estratégia de decisão correspondente ao conjunto de regras (KICKERT, 1979; ALIEV et al., 1991; FRANK, 1996).

As relações compostas são obtidas a partir das regras individuais, dos conjuntos difusos e de uma função de implicação difusa, que não precisa ser unicamente definida,

existindo aproximadamente quarenta dessas funções de implicação difusa propostas na literatura (MIZUMOTO & ZIMMERMAN, 1982; ALTROCK et al., 1992; ZADEH, 1998).

### 3.2.3- Modelagem difusa

Ainda existem muitas dificuldades em aplicar os métodos de modelagem existentes a muitos sistemas reais complexos, com características não lineares ou variantes no tempo. Há processos que não podem ser expressos na forma de equações diferenciais, convencionalmente usadas em modelagem (PEDRYCZ, 1981; ZADEH, 1998).

Uma das abordagens que permite superar essas dificuldades é usar o modelo difuso do processo para descrever seu comportamento estático e/ou dinâmico. O modelo difuso de um sistema consiste de um grupo finito de implicações difusas (regras lingüísticas ou relação) que, juntas, formam um algoritmo para determinar as saídas do processo com base em um número finito de entradas e saídas passadas (TONG, 1978a). Várias situações podem ser encontradas a partir das quais pode-se derivar um modelo difuso:

- Existência de uma descrição lingüística que reflita uma compreensão qualitativa do processo. Nesse caso, um grupo de regras lingüísticas pode ser construído diretamente;
- Equações conhecidas que descrevam (ao menos de maneira geral) o comportamento do processo, mas seus parâmetros não podem ser precisamente identificados;
- Equações muito complexas que modelem o processo, e que são interpretadas de maneira difusa para construir um grupo de regras lingüísticas;
- Dados experimentais de entrada/saída do processo usados para estimar o comportamento difuso do mesmo (ALIEV et al, 1991).

Para construir um modelo é necessário dispor de uma ferramenta matemática que expresse esse modelo (TAKAGI & SUGENO, 1985; PARTHIBAN, 2000). No caso do modelo difuso, essa ferramenta pode ser uma tabela de regras lingüísticas ou de uma matriz de relação difusa. Dependendo da situação, uma forma pode ser mais fácil de utilizar que a outra,

existindo vários métodos de conversão entre elas (KICKERT, 1979; CZOGALA, PEDRYCZ, 1982a; CAO et al., 1990).

#### *3.2.4. Análise de estabilidade através de modelos difusos*

O estudo de estabilidade de um sistema através de seu modelo difuso pode ser feito de maneira algébrica ou de maneira lingüística.

A análise de maneira algébrica consiste em aproximar o modelo difuso do sistema a um modelo algébrico não-linear, como uma função multinível, por exemplo. Essa função é encontrada como relação entre os estados das variáveis de entrada e das variáveis de saída correspondentes.

A partir do modelo não linear, usa-se: função descritiva (BRAE & RUTHERFORD, 1979b; RAY & MAJUNDER, 1984), critério do círculo ou função de Lyapunov (DALEY & GILL, 1986; GUPTA et al., 1986; TANG & SUGENO, 1992) para estudar a estabilidade. Como nem sempre é possível obter o modelo do sistema, nem com aproximações, o uso de análise algébrica fica restrito a estudos teóricos ou para sugestões de valores dos parâmetros, no sentido de reduzir o espaço de possibilidades por tentativa e erro (BRAE & RUTHERFORD, 1979a).

Alguns autores defendem a teoria de que, já que o sistema é incerto, a estabilidade pode ser considerada uma estabilidade não precisa (soft stability). Existiria um fator de inexatidão associado à estabilidade de um sistema (TONG, 1978a ; TONG, 1980a; GUPTA et al., 1986; JENG & LIANG, 1994; CHIANG, 1994; PARTHIBAN, 2000).

A análise lingüística consiste em examinar as tabelas de busca do modelo difuso, verificando as condições em que a taxa de variação da variável de entrada é igual a zero (estabilidade explícita) ou em que esta taxa assume valores de sinais opostos em diferentes regras de maneira a se cancelarem (estabilidade implícita), (BRAE & RUTHERFORD, 1979b; KICKERT, 1979).

#### *3.2.5- Definição da função de pertinência dos conjuntos difusos*



Há duas maneiras de se definir a função de pertinência dos conjuntos difusos:

- Método numérico, se o universo de discurso é discreto. Consiste em se representar a função de pertinência por um vetor cuja dimensão depende do grau de discretização do universo de discurso;
- Método funcional, se o universo de discurso é contínuo. Expressa a função de pertinência por uma função contínua  $\mu(u)$ .

### 3.2.6- Escolha da estratégia de fuzificação

A estratégia de fuzificação tem um importante papel na manipulação de dados do controlador. Um operador de fuzificação converte um valor real em um conjunto unitário (*fuzzy singleton*), ou seja, um conjunto difuso que é 0 em todo o universo, a não ser no valor medido, onde o coeficiente de pertinência é 1 (ZADEH, 1973; ZADEH, 1999).

Se o valor a ser fuzificado está sujeito à incerteza (dor), o operador de fuzificação deve converter esse dado probabilístico em um número difuso. Por fim, existem dados híbridos que envolvem tanto incerteza quanto aleatoriedade. O operador de fuzificação deve usar o conceito de número híbrido para gerar conjuntos difusos para esses dados (LEE, 1990).

### 3.2.7- Escolha da estratégia de desfuzificação

É desejado que a estratégia de desfuzificação produza uma ação de controle não difusa que melhor represente a distribuição de possibilidade de uma ação de controle difuso inferida. As mais usadas e citadas na literatura são (LEE, 1990):

- *Critério do máximo* - ponto no qual a distribuição de possibilidade alcança o valor máximo;
- *Média dos máximos* - valor médio de todas as ações locais cujas funções de pertinência alcançam o máximo;
- *Centro de gravidade* - que gera o centro de gravidade da distribuição de possibilidade de uma ação de controle.

Em (LEE, 1990) são citados alguns trabalhos de análise destas estratégias de desfuzificação que mostram que o centro de gravidade é o método que permite obter melhores resultados, do ponto de vista de representar o raciocínio humano.

### 3.2.8- Regras de controle

As regras de controle e o método de inferência formam a estratégia do controle. De acordo com o estado do sistema é derivada uma ação sobre o processo que o leva até a condição desejada. Estas regras podem ser estabelecidas a partir:

- Da modelagem do controle feita por um operador experiente. Neste caso, o modelo do controle do operador pode ser encontrado com base na descrição das ações executadas por ele ou por observação de suas atitudes (LEE, 1990; KICKERT & LEMKE, 1976; SUGENO & NISHIDA, 1985; TAKAGI & SUGENO, 1983; BERNARD, 1988);
- Do modelo lingüístico do sistema (LEE, 1990; TAKAGI & SUGENO, 1983). Neste caso, utiliza-se a tabela de busca, que é uma tabela onde consta a saída (difusa) do sistema para as diversas combinações das variáveis de entrada. Dependendo da resposta que se deseja do processo, monta-se a tabela de busca do comportamento desejado em malha fechada e, juntamente com a tabela da planta, deduz-se a tabela de busca do controlador. Esse método é análogo ao de posicionamento de pólos no controle convencional (BRAE & RUTHERFORD, 1979b; TAKAGI & SUGENO, 1983, ALIEV et al., 1991). A partir de uma matriz relação expressando o modelo do sistema pode ser calculada a matriz relação do controlador (CZOGALA & PEDRYCZ, 1982a, CZOGALA & PEDRYCZ, 1982b; TOGAI & WANG, 1985);
- De algoritmos de auto-aprendizagem, ou algoritmos que aprendem e alteram as próprias regras com base na experiência. Essa experiência refere-se à atribuição de valores às entradas do processo e avaliação da respectiva resposta. Assim, os valores atribuídos às entradas geram as regras do modelo difuso do processo e os parâmetros dessas regras podem ser alterados na tentativa de se minimizar um índice de desempenho. Os controladores com esse tipo de características são

chamados adaptativos ou auto-ajustáveis (BATUR & KASPARIAN, 1991, MOORE & HARRIS, 1992, VAN DE RHEE et al, 1990).

As regras de controle podem ser classificadas em dois tipos (LEE, 1990a):

- *Avaliação do estado*: deriva uma ação de controle como função do estado do processo;
- *Avaliação do objetivo*: infere as ações de controle presentes e futuras avaliando os objetivos do controle. Este tipo de controle é chamado controle difuso preditivo e aplicações deste tipo de regra podem ser encontradas em (ZADEH, 1984, VAN DE RHEE, 1990).

Um aspecto importante a considerar com relação ao projeto é o número de regras. A princípio deve haver tantas regras quantas sejam necessárias para cobrir todas as combinações das variáveis e seus subconjuntos (*completeness*), de maneira que, em qualquer condição, exista uma regra dominante ou, no caso extremo, duas regras disparadas com igual peso. Mas a experiência do projetista pode reduzir tal número restringindo-se aos estados mais frequentes (BERNARD, 1988; LEE, 1990; FRANK, 1996).

Kazem Sadegh-Zadeh em 1998, demonstra a aplicabilidade da Lógica Difusa através de conjuntos difusos que envolvem o intervalo **[0,1]** para introduzir noções de multivalores, igualdade e similaridade.

### 3.2.9- Conclusão

A modelagem Fuzzy, demonstrada anteriormente através dos exemplos no domínio do Diagnóstico Nutricional e para Prescrição de Dietas, ficou clara a sua grande contribuição desta aplicação na proposta do sistema a ser implementado, por esta modelagem permitir um grau de pertinência mais próxima às ações e imprecisões humanas e o tratamento dessas modificações da linguagem humana e faz possível uma comparação cruzada de informações sendo mais fácil para os casos, envolvendo atributos quantitativos.

Uma outra metodologia que iremos associar a esse modelo de lógica difusa é o Raciocínio Baseado em Casos (RBC), para podermos dar mais força e rapidez ao sistema proposto. A seguir descreveremos todos os passos necessários para sua aplicação.

## **CAPÍTULO 4**

### **4- RACIOCÍNIO BASEADO EM CASOS (RBC)**

Este capítulo descreve a metodologia de Raciocínio Baseado em Casos, aplicações comerciais, alguns sistemas desenvolvidos na área de nutrição e sua contribuição para o desenvolvimento do sistema proposta na determinação da Diagnóstica Nutricional e Prescrição dietética.

#### **4.1- A metodologia do RBC**

Raciocínio Baseado em Casos (RBC) é um método de desenvolvimento de um sistema especialista baseado em conhecimento que desempenha exemplos de experiências passadas num domínio específico que pode ser aplicado em novos problemas, (DUTA, 1993). O RBC na área da saúde, representa uma aproximação de resolução de problemas baseado em soluções de casos passados similares. Um caso consiste pelo menos de uma descrição de problemas (descrição de sintomas) e a solução (um diagnóstico ou terapia). Casos são estocados numa base de dados ou de casos chamada de base de casos. Para resolver um atual problema uma noção de similaridade entre problemas é usada para recuperar casos similares da base de casos. As soluções desses casos similares são então usadas como ponto inicial para resolver o atual caso.

Quando pessoas resolvem problemas elas freqüentemente estão lembrando problemas passados que encararam anteriormente. Toda pessoa tem vasta experiência que trazem durante a vida diária. Constantes experiências lembradas comparando com situações recentes ocorre um aprendizado em ambas. O processo de lembrar refletido em nossa mente,

faz constantes buscas de informações antigas para auxiliar-nos nos processos de informações recentes.

Riesbeck e Shank já em 1989 faziam uma colocação muito interessante quanto ao modelo de RBC. Eles acreditavam ser o modelo de RBC uma proposta mais plausível ao modelo psicológico de raciocínio de um especialista do que sistemas baseados em regras e sustentavam ser, o RBC, a essência do raciocínio humano. Identificaram também o uso do RBC para disputar e resolver conflitos, adaptação de projetos, receitas e modificações de planos alimentares, argumentação legal e diagnóstico médico.

Para outros autores, o RBC é considerado um paradigma da Inteligência Artificial (IA) que é capaz de modular o raciocínio do especialista e lembrar uma experiência anterior ao deparar-se com uma nova situação muito semelhante conduzindo a partir da informação e conhecimento contidos na experiência passada (LEE, 1997). A IA tem como objetivo modelar o conhecimento humano através de esquemas computacionais. Diferentes técnicas de Inteligência Aplicada têm sido amplamente empregadas como suporte ao processo decisório, incorporando conhecimento humano. O RBC é uma recente metodologia de IA para descrever sistemas que utilizam conhecimento especialista na resolução de problemas. A facilidade de implementação de RBC e sua adaptabilidade a um grande número de tarefas têm sido demonstradas através de um número crescente de publicações científicas e aplicações comerciais (PLAZA, 1994, WATSON 1997; BHOGARAJU, 1996; ZADEH, 1999; JONH, 2001).

A popularidade das aplicações em Inteligência Aplicada foi alta durante metade da década de 80 e sofreu um declínio no começo dos anos 90. A grande dificuldade enfrentada por estes sistemas foi a ineficiência de trabalhar com métodos puramente simbólicos para incorporar conhecimento. A nova geração de sistemas inteligentes está sendo construída com o desenvolvimento de sistemas híbridos que constituem um novo campo da Inteligência Aplicada.

Em sistemas de Raciocínio Baseado em Casos o especialista identifica na literatura, casos personalizados do passado antes que comecem a ser codificados em regras clássicas. Cada caso contém tipicamente uma descrição do problema e/ou a solução e/ou resultado. Pode

possuir um conjunto de sucessos e insucessos de casos resolvidos (GRUPE et al., 1998; KEANE, 2001; MCKENNA, 2001).

O processo de raciocínio e conhecimento usados pelo especialista para resolver o problema não é registrado, mas é implícito na solução (REISBEEK e SCHANK, 1989). Para a solução de um problema, é necessário ter em contra partida um caso parecido na base de casos passados é baseado em observações prévias, (LEAKE, 1996).

Casos similares são recuperados e usados como sugestões de solução. Seguidamente são reutilizados e testados. Se necessário, a solução é então revisada. Finalmente o atual problema e a solução final são retidos como parte da base de casos como um novo caso na base.

Desde 1990 que o Raciocínio Baseado em Casos tem crescido em áreas difundidas no ponto de vista de interesses acadêmicos e comerciais, (BARTSCH, 1997; GRUPE, 1998; MCGINTY, 2001; KUSHMERICK, 2001).

Tecnicamente, todo método de Raciocínio Baseado em Casos tem em comum um processo de seguimento que está definido primeiramente como recuperar o caso mais similar comparado na literatura de casos passados, seguido de reutilização da recuperação do caso para tentar uma solução para o corrente problema revisando e adaptando a solução proposta se necessário e retendo a solução final como parte de um novo caso na base.

Segundo Leak (1996) os sistemas de RBC podem ser interpretativo, onde utiliza casos anteriores como ponto de referência para classificar e/ou caracterizar novas situações, ou os RBC's podem ser como soluções de problemas que utiliza casos anteriores para sugerir soluções para aplicar em novas circunstâncias.

Em RBC interpretativo a meta é formar um julgamento ou classificação de uma situação nova, comparando e contrastando tal situação com casos que já foram classificados. Um RBC interpretativo envolve o engenheiro do conhecimento para fazer um ajuste da situação e determinar quais características da situação atual são realmente relevantes. Baseado no ajuste da situação, o engenheiro do conhecimento recupera casos que sejam similares. Comparando os casos com a nova situação, determina qual interpretação deve aplicar.

Finalmente, a situação atual e a interpretação são armazenadas como um novo caso para serem aproveitadas em futuras inferências (LEAK, 1996).

O RBC tem como princípio de inferência buscar uma solução para situação atual através da comparação com experiência passada semelhante (LEE, 1995).

Diferencia-se de outras técnicas por ser uma metodologia de aproximação do desenvolvimento e aprendizado sustentado fazendo com que uma nova experiência seja retida toda vez que um problema é resolvido, tornando as informações disponíveis para problemas futuros (PLAZA & AAMODT, 1994). Considerando o ciclo do RBC, uma coisa podemos dizer, quanto mais similares os casos, menos necessidade de adaptação. Conseqüentemente, a solução proposta poderá ser mais correta.

#### **4.2- Histórico**

Pesquisas da ciência da cognição humana e da natureza da memória humana iniciaram na Yale University, com os trabalhos de Roger Schank em memória dinâmica (SHANCK, 1982). A origem das pesquisas realizadas na área de RBC tem um papel central de recordar situações passadas (episódios, casos) e situações padrões (textos, MOPs) presentes em problemas resolvidos e aprendidos. São Pacotes de Memórias Organizacionais (MOPs) que são representações de conhecimento para eventos estereotipados. É uma evolução do manuscrito. Os MOPs são organizados em estruturas que juntam cenas similares através de abstrações e sub-partes hierárquicas. A existência básica do modelo de Memória Dinâmica permite computacionalmente representar um modelo de memória organizacional que vincula memória, compreensão, experimentos e aprendizagem.

Outros caminhos dentro da área de RBC foram, em seguida, pesquisados por Gentner, 1983, que estudou sobre o raciocínio analógico. Teoria de formação de conceitos, resolução de problemas e aprendizado experimental dentro da psicologia e da filosofia. Mas um dos primeiros sistemas que utilizou a metodologia de RBC foi o CYRUS, desenvolvido por Janet Kolodner em 1983, baseado no modelo de memória dinâmica de Schank. A memória de casos neste modelo é uma estrutura hierárquica chamada pacotes de organização da memória



episódica. A idéia básica é organizar casos específicos que possuam propriedades similares mais generalizadas (PLAZA & AAMODT, 1994).

O modelo de memória de casos serviu de base para outros sistemas no domínio da nutrição. O sistema CHEF, (HAMMOND, 1989), por exemplo, que é um sistema baseado em casos de planejamento de receitas. Em 1992, foi desenvolvido JULIA, (KOLODNER, 1991) que é um desenhador baseado em casos que trabalha no domínio de desenvolver cardápios.

Em 1996, foi desenvolvido por Cindy Marlyn, CAMP e PRISM, que são baseados em casos e em regras. Em 1998 os dois sistemas foram integrados e a mesma autora criou o sistema PRISM.

A idéia de se representar à inteligência humana já é bem antiga, desde a lógica silogística, que tem como base à linguagem natural, foi despertada por Aristóteles em 384 anos antes de Cristo.

Para a representação do conhecimento, teremos que entender a princípio, que tipos de raciocínio existem e qual deles seria a melhor opção para representação em nosso sistema.

Atualmente, as atividades de RBC nos Estados Unidos estão se expandindo e vem crescendo rapidamente o número de especialistas neste campo. A Alemanha parece ter tomado uma posição de destaque no que diz respeito à quantidade de pesquisadores nesta atividade (PLAZA & AAMONDT, 1994; BHOGARAJU, 1996, BARTSCH, 1997; GRUPE, 1998, COSTELLO, 2001; SMYTH, 2001).

#### *4.2.1 Tipos de Raciocínio*

A Inteligência artificial utiliza vários tipos de raciocínio para implementar comportamentos inteligentes, dentre eles:

- ***Raciocínio Baseado em Casos***

Conceitos: É um paradigma da IA que utiliza uma grande biblioteca de casos para consulta e resolução de problemas.

"Os sistemas de computadores que solucionam problemas novos por analogia com problemas antigos em geral são chamados de sistemas de raciocínio baseado em casos" (CBR - case-based reasoning; Rich, 93).

Metodologia: Os problemas atuais são resolvidos através da recuperação e consulta de casos já solucionados e da conseqüente adaptação das soluções encontradas.

Características: Possui uma biblioteca de casos que servem como exemplos de soluções de problemas, os quais são armazenados segundo um método de indexação, com o objetivo de facilitar consultas posteriores.

Exemplo de Raciocínios Baseados em Casos: Sistema CASEY, faz o diagnóstico de pacientes cardíacos baseado na consulta de arquivos de pacientes com o mesmo diagnóstico e o Sistema CHEF, baseado na consulta de arquivos de receitas antigas, analisa e cria novas receitas culinárias.

- ***Raciocínio Estatístico***

É utilizado em situações onde não é possível prever com segurança a verdade ou falsidade de determinados fatos, embora seja possível prever o grau de probabilidade de determinados resultados.

O raciocínio estatístico também é utilizado para determinar estatisticamente a freqüência de possíveis exceções na ocorrência dos fatos. Para modelar o raciocínio estatístico podem ser utilizados fatores de certeza, estatística bayesiana, etc.

Fatores de Certeza: Associa fatores de certeza a determinadas regras para prever a validade de uma conclusão com base nas evidências descritas pelo antecedente da regra.

Estatística Bayesiana: Utiliza a probabilidade condicional da ocorrência de um fato baseado nas evidências relevantes.

- ***Raciocínio Baseado em Modelos***

Realiza a construção de modelos para representar o comportamento de objetos ou sistemas, de modo a diagnosticar seu comportamento e eventuais falhas.

- ***Raciocínio Não-Monotônico***

Faz uso de axiomas e regras de inferência para permitir o raciocínio de conhecimentos incompletos.

#### *4.2.3- Conhecimento Baseado em Experiências*

Conhecimento baseado em experiências é baseado em memórias passadas ou conhecimento baseado em casos. No campo da inteligência artificial, este tipo de conhecimento é referenciado como raciocínio baseado em casos - RBC (KOLODNER, 1993). Este conhecimento baseado em experiências tem como filosofia básica buscar, em situações passadas, conhecimento como guia para responder a novas situações. O processo característico consiste em identificar a situação atual; buscar, na sua memória, a experiência mais similar e aplicar o conhecimento desta experiência passada na situação atual.

Para melhor entendimento dos seguimentos do RBC teremos que definir toda a terminologia que iremos utilizar neste sistema.

#### *4.2.4- O que seriam os Casos?*

O caso representa uma experiência, é uma situação, são episódios, problemas, idéias, procedimentos. Um caso pode ser somente alguma coisa. Em nutrição poderá ser uma coleção de sintomas, comportamentos, hábitos, uma anamnese alimentar, dados antropométricos e testes laboratoriais, juntando a pessoa, um diagnóstico, ou toda a história nutricional com ou sem indicadores das causas dos sintomas sugeridos ou a prova do diagnóstico. Um caso pode

ser, um acontecimento ou evento, uma estória, ou alguma situação tipicamente com problemas e compreendida, resolvida e recordada onde a solução foi bem sucedida.

Casos são entidades complexas de fatos e relações que estão encapsuladas com acontecimentos, em um contexto específico. Um caso pode ser visto como um objeto complexo que contém pelo menos uma descrição de um problema e uma solução. A seqüência de raciocínio do sistema de RBC é baseada na hipótese de que similares problemas têm similares soluções (BARTSCH et al., 1997).

Um caso é uma abstração de uma experiência, que é representada computacionalmente com atributos devidamente valorados que se consegue extrair de uma experiência já ocorrida. Entretanto, os atributos não devem conter apenas os relatos da experiência; precisam apresentar também o contexto em que esta se passou (LEE, 1996; CIRAVAGNA, 2001).

Kolodner (1993), também define um caso como uma parte contextualizada de um problema que representa uma valiosa experiência da qual podemos aproveitar o(s) seu(s) ensinamento(s).

Um caso de literatura, ou base de casos é meramente a colocação de casos. Geralmente denota um problema ou uma experiência e sua solução (AAMODT e PLAZA, 1994; WATSON, 1997). Casos contêm características que descrevem o conteúdo do caso. Características de um caso é à parte de um atributo-valor usado na descrição do caso (KOLODNER, 1993). Essas características permitem um vocabulário uniforme na descrição de casos e facilita a comparação entre os casos para a determinação dos valores de similaridade entre eles. Obesidade por exemplo, pode ser representado como um caso, com características que incluem um Índice de Massa Corporal (IMC), maiores que 25%, tendo determinados valores para cada risco observado em suas características, obesidade tipo I, II, III. Casos de literatura são organizados de acordo com suas características. Os casos são organizados de acordo com seus índices. Os índices são combinações das importâncias descritas dos casos, isso é, que distingue um caso de outro.

Grupe em 1998 definiu casos como um complexo de incidentes em um contexto específico. Os casos são muito usados em diversas áreas assim como ensino empresarial, projeto militar, propaganda e leis, arbitrariedades, medicina e tomada de decisão. Frequentemente casos são identificados por números ou nomes. Uma base de casos começa

com o aproveitamento do primeiro caso. A base de casos é um corpo acumulado de problemas e experiências resolvidas.

#### 4.2.5- *Etapas de um sistema de RBC*

As etapas que formam o ciclo para o desenvolvimento de um sistema de RBC, são as representações dos casos, recuperação, adaptação e aprendizagem.

As etapas relacionadas não devem ser construídas isoladamente por estarem intrinsecamente ligadas. Quando iniciada, o encadeamento harmônico do ciclo, representa o sucesso ou o fracasso de um RBC.

#### 4.2.6- *A Representação da Modelagem do Caso*

A representação dos casos em um sistema de RBC é uma tarefa complexa e de extrema importância pois é, através dela, que se pode alcançar bons resultados (PLAZA e AAMONDT, 1994).

Quando se representa casos em um sistema de RBC, está sendo representado o conhecimento do especialista que será utilizado também em outros momentos. Pode-se concluir que a base de conhecimentos está concentrada nos casos. Os casos e seus mecanismos de acesso compreendem a memória do RBC (KOLODNER, 1993).

A representação de um caso pode ser feita de diversas formas utilizando-se os paradigmas da Inteligência Artificial, incluindo *frames*, objetos, predicados, redes semânticas e regras (WATSON, 1997).

Não existe um consenso dentro de RBC de qual informação exatamente deve estar em um caso; entretanto, existem dois aspectos que devem ser abordados dentro de sua representação: a funcionalidade e a facilidade de aquisição da informação para a sua representação (KOLODNER, 1993).

Para dar suporte a uma base de casos talvez insuficiente, pode-se utilizar um modelo de conhecimento geral que será requerido quando a base de casos não alcançar uma solução.

Entretanto, um problema que se destaca nesta etapa é como realizar a integração da estrutura da memória de caso de dentro de um modelo de conhecimento geral do domínio, para que a extensão de tal conhecimento seja incorporado (PLAZA e AAMODT, 1994).

Um caso individual é composto por dois componentes: uma descrição do problema e a sua solução.

A representação dos casos é listada através de atributos devidamente valorados. A descrição do problema é feita através de atribuições de características que descrevem o problema de entrada (LEE,1996). A descrição da solução é descrita como um problema que foi resolvido em uma determinada instância (LEAKE, 1996).

A interpretação apropriada da experiência será indicada pelo especialista que escolheu as características que melhor descrevem o problema representado nos casos, como resultado da aquisição de conhecimento. O que torna complexa a tarefa desenvolvida pelo sistema é a descrição dos sintomas necessários à realização do diagnóstico e a relação deste com a prescrição de um plano alimentar individualizado. O conteúdo dos casos em um sistema para a prescrição nutricional é um conjunto de sintomas e características, sob a luz da descrição do problema e a prescrição da dieta é a solução do problema. No sistema proposto, o diagnóstico é determinado e é recuperada aquela prescrição, apresentada que mais se aproxima ao indivíduo atual e a respectiva dieta.

A solução do caso indica um problema que foi solucionado em uma instância particular no passado. Este componente pode ser retido ou pode incluir também uma pista do caminho da solução que foi derivada e/ou relacionar com cada parte da solução (LEAKE,1996). A descrição da solução é o plano alimentar específico para aquele indivíduo, segundo as suas necessidades nutricionais e preferências alimentares, contendo a prescrição da dieta, recomendações dietéticas e a sugestão de um cardápio individualizado. Os casos estão representados através da representação no **ANEXO III**.

Passos de raciocínio do especialista:

- Primeiro: as características do paciente são avaliadas procurando-se encaixá-lo num grupo de risco nutricional; o sistema busca realizar esta tarefa através da comparação da similaridade dos atributos do caso de entrada com os índices dos protótipos, classificando o caso de entrada em um protótipo.
- Segundo: através da classificação do indivíduo em determinada categoria de risco nutricional, o nutricionista procura tratar o problema através de uma prescrição dietética individualizada, de acordo com as necessidades nutricionais e as preferências alimentares do paciente; o sistema executa a prescrição buscando características individuais contidas nos casos da base através das tarefas de projeto.

O desenvolvimento da utilização dos casos tem início com a entrada de um caso novo no sistema. Os casos já existentes na base são pesquisados para ver qual que é mais similar às características do caso novo de entrada. Quando se acha o caso mais similar, esse caso similar é a base e a resposta imediata ao problema de entrada. É reutilizada a mesma solução do caso antigo para o caso novo e é então adaptado. Se a combinação for aproximada e não exata terá que buscar o caso mais similar e o especialista rever os atributos para definir se esse caso poderá ou não ser adaptado e fazer parte da base de casos do sistema.

#### *4.2.7- Memória*

Ao considerar a modelagem de memória é preciso focar dois aspectos separadamente. O primeiro trata do tipo de filosofia de representação que um dado sistema simula, que pode ser redes semânticas. O segundo utilizado quando se pretende um enfoque de implementação, a modelagem da memória trata do estilo de organização adotada para os casos (LEE, 1996, CIRAVAGNA, 2001).

#### 4.2.8- Memória prototípica

Consideram-se também paradigmas associados à construção da memória. Memória prototípica foi empregada no sistema PROTOS (BAREISS,1986) para representar categorias de doenças auditivas e é utilizado para classificar um novo caso de entrada dentro de uma das categorias representadas na mesma. Uma das suas vantagens seria o incremento na velocidade da recuperação dos casos. O primeiro caso, associa-se ao novo caso e a sua categoria (ou protótipo) para posteriormente procurar o caso mais similar que se encontra entre os casos ligados a este protótipo. Uma outra vantagem é a possibilidade de construção de uma memória prototípica que abrange um subdomínio por inteiro, podendo servir como base inicial para um sistema que crescerá em robustez com o próprio uso. No Caso Memória, cada caso é representado por um conjunto de características que são importantes para combinações dos casos já existentes e os casos novos. Uma característica geralmente define um particular risco de comportamento e é associada com um caso, como um índice. Uma característica é um complexo de 3 componentes: tipo, valor e peso. Os tipos de característica especificam se a característica é numérica ou conceitual. Os graus de importância também são representados por pesos. Características que cabem dentro de uma categoria muito importante são uma das que definem a aplicabilidade de um caso. A importância das categorias consiste nas características que devem combinar em ordem com os casos a serem usados no raciocínio de novos casos (WATSON, 1997, COSTELLO, 2001).

Caso memória ou protótipos consiste de um conjunto de casos que são descritos através de faixas numéricas de cada atributo determinado, respeitando valores fuzzy dados pelo especialista de acordo com sua experiência. O uso deste protótipo, proporcionará a realização de outras fases dentro do mesmo projeto. Uma delas, a ser executada com a interação do especialista com este protótipo, compreende a agregação (aprendizagem) de casos reais que serão devidamente associados a suas categorias.

Durante esta fase, os especialistas procederão ao levantamento de dados necessários para a adaptação de prescrições de Planos Alimentares. Numa terceira fase, o conhecimento adquirido com a agregação de novos casos poderá ser devidamente representado através de um modelo de adaptação, culminando em um sistema em formato definitivo com adaptação e aprendizagem automática. O conhecimento do especialista também ensina em qual dimensão



podem ser comparadas duas experiências nutricionais no momento de avaliar a similaridade. Este conhecimento é modelado através de atributos escolhidos contidos no vocabulário de índices onde são devidamente indexados, (CUNNINGHAM, 2001).

#### *4.2.9- Protótipos*

Protótipos são entidades compostas de vários casos reais, que juntos, determinam recomendações em faixas por categorias. Poderão ser denominados também como casos prototípicos.

### **4.3- A Indexação**

O processo que determina o índice para os casos é chamado de indexação e é um fundamental passo no desenvolvimento do RBC.

A indexação de casos é feita a partir de um conjunto de características que representam um caso. A função da indexação é orientar a avaliação da similaridade dos casos da base. Os índices devem ser prognósticos, devem endereçar os propósitos dos casos que serão usados, ser abstrato o bastante para permitir a ampliação dos casos da base, ser concreto o bastante para serem reconhecidos no futuro e variar com o domínio e com a tarefa do sistema (WATSON, 1997; MCKENNA, 2001).

Um índice em um livro, é a referência a uma página. Um índice em uma base de dados é uma referência para um registro. Um índice em uma base de casos é uma característica de um caso. Algumas vezes os índices em uma base de casos são implementados através de ponteiros para um caso; entretanto, outros métodos para tal processo foram desenvolvidos. Um deles, é associar valores para os índices, dimensionando a sua representação, colocando, assim, os índices em uma ordem representativa. Esta ordem deve ser abstraída junto ao especialista (LEAKE, 1996; KUSHMERICK, 2001).

Os índices de um caso são representados pelas características que são relevantes para a descrição dos casos e que servirão de orientação para a similaridade. A atribuição de índices é o processo de designação do vocabulário de índices. O sucesso do vocabulário de índices é determinado pelo conhecimento do domínio que o especialista possui. Portanto este processo pode ser considerado uma representação do conhecimento (KOLODNER, 1993; SMYTH, 2001).

#### *4.3.1- Indexando RBC e Fuzzy Casos*

Geralmente falando, indexação e recuperação de casos são implementados ao nível de atributos. Um caso é composto de muitos atributos disponíveis para indexar. Os casos atributos podem ser divididos em duas categorias: qualitativas e quantitativas. Qualitativas os atributos aceitam valores nominais. Quantitativos atributos permitem valores de medidas de escala numérica. Indexação fuzzy e recuperação são usáveis no domínio onde casos têm atributos quantitativos. Para casos com quantitativos atributos somente, indexação poderá ser efetuada diretamente no atributo. Tradicionalmente podemos escolher valores limites para converter valores quantitativos dentre de classes qualidade. Por exemplo: nós podemos definir que obesidade tipo I está nos percentuais de 25-29%, obesidade tipo II está nos percentuais de 30-35% e a obesidade tipo III está nos percentuais acima de 35%. Na indexação e recuperação fuzzy é permitido múltiplas classes de associações para se definir um simples atributo. Uma pessoa poderá ser classificada de obesa tipo I e tipo II no mesmo momento com diferentes graus de associação. Valores numéricos para cada caso são convertidos dentro da própria classe para indexação. A recuperação fuzzy frequentemente resulta em um conjunto de casos candidatos. A questão da recuperação fuzzy é de encontrar o caso mais similar entre casos candidatos. Com certeza há situações onde essa aproximação não é apropriada.

#### 4.10- Recuperação do caso

A recuperação do caso é o processo primário em RBC (KOLODNER, 1993). Caso recuperado em RBC é supostamente similar relembrado na memória humana (SHANCK, 1982; KOLODNER, 1989; RIESBECK & SHANCK, 1994). Recuperação do caso envolve a lembrança dos casos anteriores e a seleção do melhor sub-conjunto daqueles casos recordados (KOLODNER, 1993). A combinação começa pelo mais abstrato nível de hierarquia, e baseia-se no índice de entrada do caso. O caso é indicado o mais específico e cai na rede até que a mais específica instância (caso) seja alcançada.

À medida que a descrição do problema de entrada está definida é preciso utilizar um algoritmo de recuperação, utiliza-se, então, os índices já valorados anteriormente para este processo. A avaliação da similaridade mede a similaridade do caso de entrada com os casos da base. A recuperação tem por objetivo recuperar os casos mais similares entre o caso de entrada e o caso da base aproveitando a solução do problema que está sendo analisado (WATSON, 1997).

A tarefa de recuperação do caso é disparada a partir da entrada de um novo problema e termina quando o melhor resultado com sucesso é encontrado.

O caso de entrada contém a descrição do problema, ou seja, as informações pessoais relativas ao estado nutricional e clínico fornecidas pelo usuário. Primeiramente, o sistema busca classificar o caso de entrada em um protótipo de risco nutricional na base de protótipos. Passo seguinte é buscar um caso na base de casos, do referido protótipo, que seja similar ao caso de entrada e que apresente uma solução satisfatória – o plano alimentar. Se não houver um caso suficientemente similar ao caso de entrada, o sistema procederá então a adaptação. As fases de aquisição de protótipos, de casos e de adaptação são feitas em conjunto com especialistas em Nutrição. A adaptação é um processo de modificação de uma situação antiga para encontrar as necessidades da nova situação (KOLODNER, 1993). Isso envolve harmonia das diferenças entre os casos recuperados e o problema específico, (PLANT & STONE, 1991). O processo de adaptação procura salientar diferenças entre a recuperação dos casos e os casos de entrada e então aplicar regras que levem essas diferenças em conta (RIESBECK &

SHANCK, 1989). Após o caso de entrada ter sido indexado, o RBC terá que avaliar a similaridade entre o caso de entrada e o caso de base.

#### *4.10.1 Avaliação de Similaridade*

O grau de similaridade é fundamental para a busca pois, a recuperação é feita através da similaridade entre os casos. O conceito de similaridade é genérico e profundamente influenciado pelo conhecimento especialista do domínio. Em RBC, existem quatro espécies de similaridade:

- *Similaridade semântica*: é o tipo mais simples de similaridade, pois não considera fatores contextuais, refere-se aos atributos que são sintaticamente idênticos em duas situações;
- *Similaridade estrutural*: é mais complexa que a anterior. Os casos devem estar ligados por meio de estruturas isomórficas. O isomorfismo depende da consistência da ligação de proposições, predicados ou argumentos. Por exemplo, dois casos são similares se as suas estruturas de relações e argumentos forem semelhantes;
- *Similaridade organizacional*: é imposta aos casos armazenados em localizações próximas na memória de casos;
- *Similaridade pragmática*: duas partes são pragmaticamente similares se ocuparem papéis similares em suas respectivas situações.

A avaliação de similaridade ocorre após a identificação das características do problema de entrada. Com isso, os índices do caso de entrada são comparados aos índices de cada caso candidato da base, gerando uma medida de similaridade para cada caso da base.

A similaridade é o ponto crucial do RBC pois é a partir dela que todo o processo de raciocínio se fundamenta, tornando esta técnica viável (KOLODNER, 1993). A similaridade do caso a ser solucionado (caso de entrada) é avaliada com relação aos casos candidatos. O que faz um caso ser ou não similar é a semelhança das características ou atributos que realmente representam o conteúdo e o contexto da experiência em questão.

O conhecimento do especialista é necessário na avaliação de similaridade, pois avalia a similaridade entre dois casos. Após a determinação da similaridade deve-se fazer uma segunda etapa de aquisição de conhecimento com o especialista para a definição dos pesos. Desta forma, o especialista determina quais são os índices mais importantes. Neste momento deve-se utilizar algumas técnicas de aquisição do conhecimento para tentar apurar o peso ideal para cada atributo, afim de que todos os aspectos que envolvam a recuperação estejam representados da forma que o especialista deseja. Uma das maneiras de adquirir o conhecimento com o objetivo de determinar o peso dos índices é solicitar ao especialista que faça uma lista dos atributos em ordem de importância (WEBER, 1996). A medida de similaridade é o valor numérico resultante do uso da métrica. A métrica é uma função numérica que calcula sinteticamente os valores de similaridade individuais, combinadas as suas importâncias, resultando numa medida. Esta medida serve de referência para ordenar os casos mais similares (WEBER, 1996).

#### *4.10.2- Métrica de Similaridade*

A avaliação da similaridade consiste no aspecto de combinação do algoritmo de cada característica individual dos casos de entrada que são interativamente comparados com as mesmas características dos casos da base e da similaridade numérica do valor computado.

A função necessária para medir a similaridade entre o caso de entrada e os casos candidatos chama-se métrica de similaridade. A métrica de similaridade atribui um valor numérico para similaridade.

A similaridade de cada atributo se dá pelo cálculo da função de similaridade multiplicada por seu peso:

**Distância \* Peso**

$$S(E,B)*W$$

Onde:

S = Função de Similaridade

B = Caso Candidato

E = Caso de Entrada

W = Peso

A similaridade total é sintetizada por uma média ponderada:

$$\left( \frac{\sum \text{Similaridades}}{\sum \text{Pesos}} \right) * 100$$

A medida de similaridade dos protótipos é mais distanciada da medida dos casos, pois os protótipos representam categorias distintas de risco nutricional. Já os casos apresentam valores de similaridade mais próximos por apresentarem características individuais. A avaliação de similaridade ocorre após a identificação das características do problema de entrada. Com isso, os índices do caso de entrada são comparados, um a um, com cada caso candidato da base gerando um similar com cada caso da base. A abordagem utilizada no presente sistema foi solicitar aos especialistas que determinem a ordem de importância dos índices. Os especialistas ordenaram de forma relevante os índices de acordo com o seu conhecimento. Após esta etapa, os índices receberam valores numéricos para representar a força da sua relevância. O processo de atribuição de pesos, portanto, também representa o conhecimento do especialista.

As etapas de atribuição de pesos e a sua calibragem são interativas. Portanto, é possível alterar os pesos antes que este sistema se torne definitivo. A consistência dos pesos foi verificada através de testes, para efetuar a calibragem até que se obtivesse medidas de similaridades maiores entre os casos similares. É importante salientar que a avaliação de similaridade foi efetuada nos protótipos e nos casos.

#### *4.10.3- A Reutilização*

A prescrição do plano alimentar associada ao caso da base pode ser reutilizada para o caso de entrada, desde que a similaridade entre eles seja considerada satisfatória pelos especialistas. A perfeita individualização da dieta será feita através da adaptação, com relação à condição clínica, preferências pessoais ou à presença de alergias alimentares. Isto poderá ocorrer durante a fase de maturação do sistema, na qual serão coletados os casos para preencher a base de casos.

A adaptação do caso candidato recuperado será executada através de uma proposta feita pelos especialistas, verificando:

1. Estado de fumante
2. Pressão Arterial
3. Nível de Colesterol
4. Sexo
5. Idade
6. Peso
7. Altura

#### *4.10.4- A Adaptação*

A etapa de adaptação em um sistema de RBC inicia quando um caso é recuperado. É o momento de reutilização de um caso armazenado na memória. Esta fase antecede a reutilização definitiva do problema escolhido para solucionar o de entrada. A etapa de adaptação deve observar minuciosamente as diferenças entre o caso recuperado e o caso de entrada, para posteriormente, se necessário, aplicar fórmulas ou regras que contornem tal diferença, gerando assim uma solução mais apropriada para o problema (WATSON, 1997, RAFTER, 2001).

Quando a solução de um caso reúne informações que não estão de acordo com a resposta esperada, surge a necessidade de se revisar suas conclusões para ser possível a sua utilização no caso de entrada. A revisão é a fase que tem como objetivo realizar tal tarefa; para isso deve acontecer juntamente com a adaptação.

#### 4.10.5- Vantagens da utilização do RBC

As vantagens em se utilizar RBC segundo Leake (1996) são: aquisição e manutenção do conhecimento, resolução de problemas com eficiência, qualidade nas soluções do problema e aprendizagem.

- *Aquisição do conhecimento:* pode ser feita pelo preenchimento direto dos fatos que descrevem uma experiência (SIMOUDIS, 1991);
- *Aprendizagem e atualização:* podem ser feitas automaticamente, na medida em que as experiências são utilizadas. Dessa forma o sistema pode crescer em robustez e incrementar a sua eficiência (KOLODNER, 1993);
- *Fácil acesso às soluções:* recuperação rápida e fácil da solução que não precisa ser reconstruída totalmente mas pode ser adaptada conforme a necessidade do problema. (KOLODNER, 1993).
- *Raciocínio implícito:* a incerteza implícita nas afirmações contidas nos casos é utilizada sem a necessidade de um tratamento específico (RIESBECK E SCHANK, 1994); desde que o problema referido no sistema seja identificado corretamente não é preciso que o sistema entenda perfeitamente as condições e circunstâncias do problema para propor uma solução (LEAKE, 1996).
- Têm forças para resolver problemas em um domínio considerado pobre.
- Captura o domínio do especialista onde as regras são indefinidas, incompletas e inconsistentes (ASHLEY & RISSLAND, 1988).



- Rapidez do desenvolvimento de aplicação e rápido processo de raciocínio. Criar uma base de casos é usualmente mais rápido do que criar uma base de regras.
- Manutenção e expansão de casos mais facilmente. A habilidade de reter casos e formar novas generalizações é a característica mais importante de RBC.
- Evita redundância, possui melhor alcance de análises passadas e possui melhor justificativa em decisões e conclusões.

#### *4.10.6- Desvantagens da utilização do RBC*

Segundo Graham Laight (1999), há algumas desvantagens na utilização de RBC, que merecem ser observadas.

- Alto custo das ferramentas para testar a eficiência.
- Ausência de “padrões” de ferramentas (no senso do MS Word é o padrão word processing)
- Custo e dificuldade de implementação de um sistema de RBC
- Dificuldade de mudanças, ou adaptação, do sistema uma vez já implementado.
- Custo da manutenção da base de casos (especialmente se o escopo da base de casos mudar em alguma situação).
- Informações obsoletas na base de casos.
- Cada caso pode ter sido preparado cuidadosamente por um especialista.
- Dependendo da aplicação, poderá ser pego a informação de outros caminhos.
- Em algumas situações requer severa indexação e avaliação de similaridade (BHOVARAJU, 1996)

- RBC pode tentar, no processo de aprendizado, reter todos os casos que encontrar e aumentar assim muito rápido a base de casos. Isso poderá reduzir a eficiência do método de relembrar se os casos não são significativamente diferentes um do outro.
- Validação e verificação de sistemas de RBC é um processo difícil. Como RBC é um domínio apropriado onde regras são indefinidas e/ou difíceis de se formular, são difíceis para se estabelecer expectativas e padrões de comportamento nestes sistemas (Bhogaraju, 1996).

#### *4.10.7- Conclusão*

O RBC representa um avanço para o campo da Inteligência Artificial, apesar da necessidade de algumas melhorias, apresentando novas técnicas para representação do conhecimento, aquisição do conhecimento e modelagem evitando redundância, melhor aplicação das análises passadas e melhor justificação para decisões e conclusões alcançadas, (GRUPE, 1998). Talvez necessite estar junto a outras técnicas para se obter robustez no sistema proposto.

No próximo capítulo descreveremos a Integração das duas técnicas escolhidas, RBC e Lógica Difusa.

## CAPÍTULO 5

### 5. INTEGRAÇÃO DE RBC E A LÓGICA DIFUSA

Para aplicações que envolvem experiência e conhecimento humano, que são bastante complexas, imprecisas, incompletas e não totalmente seguras é importante que os sistemas inteligentes combinem diferentes técnicas para serem eficientes, permitindo que se aproximem mais do raciocínio humano, tendo um melhor desempenho no processo de tomada de decisão (JIPENBERG, 1999).

Os caminhos da Lógica Difusa são processos simbólicos de termos lingüísticos *FUZZY* como excelente, bom, justo, pobre, que são associados com diferentes características dos atributos (MENDEL, 1995). Qualquer número associado a um termo lingüístico poderá ser usado. Lógica Difusa representa intrinsecamente noções de similaridade, desde bom que é mais próximo de excelente do que fraco. Em RBC a função preferida é da lógica difusa que pode ser usada para calcular a similaridade dos atributos de cada caso.

#### 5.1- Conclusão

A tarefa nutricional refere-se à prescrição de um plano nutricional como terapia para uma dada desordem nutricional direcionada a características individuais de cada paciente.

RBC é um paradigma da Inteligência Artificial em que novos problemas são resolvidos através do estoque, recuperação e adaptação de soluções de casos passados resolvidos com sucesso. A principal razão para o uso dele neste sistema está na natureza da tarefa do especialista em nutrição que realiza a reutilização de experiências passadas. Em sistemas como Sistemas Especialistas, Redes Neurais, Algoritmo Genético, toda prescrição dietética é

uma tarefa e então pode representar um caso no sistema. Experiências Nutricionais manipuladas com sistemas de RBC são capazes de reutilizar conhecimentos passados na prática nutricional.

Para realizar a tarefa de Diagnóstico Nutricional e Prescrição Dietética, buscou-se um paradigma de Inteligência Artificial que trouxesse respostas rápidas e consistentes para a resolução do problema proposto. A técnica escolhida foi a de Raciocínio Baseado em Casos e o modelo da Lógica Difusa, devido a sua reduzida necessidade de conhecimento na etapa de aquisição de conhecimento e da facilidade de representação do conhecimento.

## **CAPÍTULO 6**

Neste capítulo descreveremos materiais e métodos utilizados para o desenvolvimento deste trabalho.

### **6- MATERIAIS E MÉTODOS**

#### **6.1- Delineamento do Estudo**

##### **O Desenho da Amostra e População em Estudo**

Os casos utilizados para o desenvolvimento do sistema proposto foram obtidos através de um estudo de casos de corte transversal qualitativo. O estudo de caso consiste na cuidadosa e minuciosa descrição, por um ou mais médicos, do diagnóstico e evolução de um paciente. Consiste na apresentação de forma organizada dos resultados dos seus tratamentos preferidos, na descrição dos pacientes tratados e na divulgação de outras informações que julgam relevantes. O estudo de corte transversal é uma forma de pesquisa que identifica um grupo que foi exposto a um fator de risco e que são acompanhados por um período de tempo e as taxas de incidência da doença calculadas através de sua significância ou não perante a um grupo controle. (JENNIFER, 1996).

O experimento foi realizado em uma instituição canadense chamada Pell Heart Health Survey no período de março a junho do ano de 2000. A comunidade envolvida reside na área urbana na província de Ontário, Canadá. Foram coletados 2000 casos reais através de entrevistas estruturadas, feitas por intermédio de telefone, com uma população adulta, envolvendo pessoas na faixa etária de 18 a 59 anos. A entrevista foi feita de forma dirigida, efetuada a partir de um questionário elaborado previamente onde existem questões objetivas a serem respondidas pelo entrevistado.

Das respostas obtidas, 48.6% foram do sexo masculino e 51.4% do sexo feminino. Cada entrevista teve a duração média de 18 minutos. O horário das entrevistas foi realizado entre 10 da manhã a 10 da noite. Três cidades do Município da Pell Region foram escolhidos, Mississauga (65%), Brampton (30%) e Caledon (5%). Essas proporções foram efetivadas através dos dados do censo realizado em 1990 pela Region Pell. Todas as entrevistas foram conduzidas pela central de pesquisa monitorada pelo laboratório do Instituto de Pesquisas Sociais (ISR), localizada na Universidade de York na cidade de Toronto no Canadá. Os indivíduos foram escolhidos e selecionados aleatoriamente, identificados através da lista telefônica daquela região. Foi selecionado por apresentar algum sintoma ou sinal de distúrbio nutricional. O inquérito baseava-se em dados pessoais, antropométricos, sociais, e consumo alimentar qualitativo que refletem bons e maus comportamentos dietéticos possíveis indicadores de doenças crônico-degenerativas não transmissíveis, desnutrição e eutrofia.

No inquérito, para cada pergunta, correspondeu a uma categoria. Cada resposta, tinha mais de uma alternativa. Por exemplo: na categoria de bons e maus comportamentos: “Qual a frequência que você come carne vermelha com a gordura lateral aparente?” Como resposta, tenha-se 3 alternativas: (1) sempre, (2) às vezes e (3) nunca. Para cada resposta foi dado um peso Fuzzy que correspondesse a valores pertinentes entre 0 e 1. Quanto mais próximo ao valor “1” refletiu-se a maus comportamentos e conseqüentemente a doenças crônico-degenerativas não transmissíveis. Quanto mais próximo ao valor zero, menor a incidência.

A determinação desses valores foram feitas através da fórmula:

$$\text{Normalização} = \frac{((\text{EscalaFim} - \text{EscalaInicio}) * \text{valor}) + (\text{máximo} * \text{EscalaInicio} - \text{mínimo} * \text{EscalaFim})}{(\text{máximo} - \text{mínimo})}$$

## 6.2 -Considerações Éticas e Confidenciais

O protocolo do levantamento foi submetido a uma aprovação do Comitê de Ética do Departamento de Recursos Humanos da Universidade de Waterloo, Canadá. Todos os participantes, foram informados logo a princípio, no primeiro contato telefônico pelos entrevistadores, do objetivo da pesquisa e seu potencial benefício. Os entrevistadores foram

treinados para realizar o inquérito e dar uma breve explicação da proposta e condução do estudo deixando a vontade a escolha de participar ou não.

Confidencialmente os dados coletados, foram armazenados por toda fase do projeto. Todos os dados foram seguramente arquivados em um sistema computacional no Campus da Universidade de Waterloo onde apenas os pesquisadores envolvidos neste estudo têm acesso à senha de entrada.

### **6.3- Desenvolvimento do Instrumento de Pesquisa**

A Pell Heart Health Survey através de um questionário que foi aprovado em 1989, realizou uma extensiva modificação dos itens desta versão, através de um contínuo trabalho conjunto com pesquisadores do Departamento de Estudos da Saúde e Gerontologia da Universidade de Waterloo estabeleceu os critérios que direcionaram as perguntas para esta pesquisa.

À medida que foram atualizados os critérios para o delineamento do desenho e o protocolo da pesquisa da Pell Heart Health Survey este questionário foi aprovado pelo Departamento de Estudos da Saúde e Gerontologia da Universidade de Waterloo em 1998.

### **6.4- Levantamento do Questionário**

Os dados foram coletados através de questionários, entrevistas e, principalmente, pela observação dos elementos constituidores da amostra selecionada. Foram obtidos dados qualitativos.

O questionário foi constituído por 28 perguntas, as quais estão relacionadas às áreas: (1) dados pessoais, tais como: sexo, idade, peso, altura, (2) hábito de fumar, (3) história pessoal de pressão arterial, colesterol, diabetes, (4) história familiar relacionadas às patologias

anteriores, (5) atividade física com padrões discriminados de frequência, duração e intensidade, (6) avaliação nutricional: Índice de Massa Corporal (IMC) e necessidades energéticas totais (NET), (7) avaliação antropométrica (8) conhecimento geral sobre bons e maus comportamentos alimentares (ANEXO 1).

As definições dos padrões de hábito de fumar são: “nunca fumou”, “fuma formalmente” e “fuma diariamente”. Para respostas se obteve: “sim” ou “não”. Para os que respondem não se considera nunca fumante, para os que respondem sim, considera-se os que fumam diariamente, seguidos dos que formalmente fumaram algum período da vida.

Para as perguntas relacionadas com pressão arterial e colesterol sanguíneo alto, considera-se as respostas, “alto”, “normal” e “baixo”. Essas respostas refletem o índice de risco ou não a doenças cardiovasculares. O questionário foi preparado e obtido através da validação do Departamento de Epidemiologia e Promoção a Saúde da Region of Pell Health Unit.

Quanto ao hábito de exercer atividade física considera-se as respostas referentes a “intensidade”, “frequência” e “duração”. Estes padrões refletem conceitos de comportamentos não saudáveis e os padrões de estilo de vida desta população. Todas as três perguntas foram obtidas através da prévia ferramenta de avaliação de riscos a saúde que foi desenvolvida pela Region of Pell Health Unit.

A avaliação Antropométrica tem como objetivo determinar o peso ideal e o tipo de obesidade, caso presente. Para sua determinação foi questionados o peso, altura e sexo do indivíduo. A maneira utilizada no mundo inteiro para essa relação é utilizando a fórmula:  $IMC = P/A^2$ .

A classificação do estado nutricional baseada no IMC é proposta pela World Health Organization (OMS, 1995). Determina se o indivíduo está desnutrido (12 a 20  $kg/m^2$ ). Se o indivíduo é eutrófico o índice varia entre (19 a 26  $kg/m^2$ ). Já para a classificação para obeso está entre (27 e 39  $kg/m^2$ ) e o extremo obeso ficou classificado entre (39 e 45  $kg/m^2$ ). Todos os índices tiveram pontuações FUZZY valorados de acordo com a experiência vivenciada ao longo dos anos pelo especialista em estudo. Essa variação teve cada uma sua pertinência devida. Por exemplo, o indivíduo que está com um índice de 23, ele será desnutrido ou



normal? Para essa classificação o indivíduo terá uma pertinência de 0.8 para normal, pois está próxima a mediana de normalidade.

Os questionários foram cadastrados e armazenados nos arquivos do programa computacional Microsoft Word 6.0 para Windows. As perguntas foram importadas para o Microsoft Excel 97/Windows e em seguida para o programa estatístico SPSS Versão 8 de 1998/Windows, por ser este um programa epidemiológico, adequado para o objetivo deste projeto. Este programa executa a reclassificação de cada resposta com os valores estatísticos respectivos.

Através da obtenção do questionário realizado pela Pell Heart, é que fizemos o tratamento dos dados e determinamos os devidos valores as variáveis selecionadas.

#### *6.4.2-Variáveis*

As variáveis foram classificadas como: dependentes e independentes.

As variáveis dependentes são todas as que dependem das respostas correspondentes para que o sistema recupere e determine uma resposta solução. As variáveis independentes não terão necessariamente que ter uma resposta correspondente para que o sistema determine uma resposta solução.

As variáveis dependentes são: IMC, Atividade Física, Avaliação Nutricional Antropométrica e Necessidades Energéticas Totais (NET).

Os atributos idade, sexo e atividade física são fundamentais para a prescrição da dieta e estão embutidos no cálculo do Gasto Energético Total (GET). Segundo a **FAO/OMS/UNO** (1985) a estimativa para o gasto energético usual é determinada através das necessidades energéticas totais (NET). Para isso deverá ser calculado a Taxa do Metabolismo Basal (TMB) a partir do peso corporal ideal determinada pelo IMC. Após isso classifica-se o indivíduo de acordo com sua atividade física diária que poderá ser leve, moderada, ou intensa segundo a classificação da OMS (1995). As necessidades energéticas totais são estimadas através da fórmula:

<b>NET= TMB X FATOR ATIVIDADE</b>
-----------------------------------

Onde: NET= Necessidades Energéticas Totais

TMB= Taxa do Metabolismo Basal

Fator atividade- custo energético bruto das atividades físicas, expresso em termos de TMB x constante metabólica. Os valores referências estão descritos na **tabela 1**

#### *6.4.3- Classificação dos níveis de gasto energético*

##### **Repouso:**

Dormindo, reclinado

##### **Muito leve:**

Sentado e em pé, dirigindo, trabalho em laboratório, datilografia, trabalho de escritório, costurando, passando roupa, cozinhando, jogando cartas, tocando um instrumento musical

##### **Leve:**

Andando em superfície plana, trabalho em mecânica, serviços elétricos, carpintaria, restaurantes, limpeza de casa, cuidados com crianças, golfe, velejar, tênis de mesa.

##### **Moderado:**

Correr, limpar o jardim, carpir, carregar peso, andar de bicicleta, esqui, jogar tênis, dançar.

**Intenso:**

Andar em uma ladeira, cortar árvores, cavar com uma pá, jogar basquete, alpinismo, jogar futebol.

As Variáveis Independentes são: hábito de fumar, pressão arterial, colesterol, história familiar e hábitos alimentares.

Para se adquirir informações referentes a hábitos alimentares se faz necessário à aplicação de inquéritos de consumo alimentar (**ANEXO II**)

**6.5- Desenvolvimento e Arquitetura do Sistema**

Após todo o tratamento dos dados obtidos através dos questionários iniciou-se a programação computacional que foi realizada na linguagem Delphi 3.0 (Borland Delphi) e rodada em plataformas Windows 9x.

A opção de se trabalhar com essa ferramenta se traduz no bom desempenho e facilidade que essa empresa proporciona ao usuário quando aplicada em seus vários domínios. Além de se destacar frente às outras companhias que desenvolvem softwares por possuir facilidades de utilização dessa linguagem.

Utilizamos a versão 3.0 apesar de que já existe a versão 5.0 desenvolvida pela IMPRISE.

O Delphi é um ambiente de desenvolvimento de aplicações orientado a objeto, voltado à programação visual de fácil aprendizado, com um bom ambiente de desenvolvimento, bem didático que também é orientado a eventos. Sendo assim, permite o desenvolvimento de aplicações para Sistemas Operacionais Windows 3.11, Windows 95/98 e Windows NT.

A programação visual está baseada no fato de que a construção de um sistema se faz através da montagem de telas da forma como será na sua forma final. O procedimento da montagem é feito arrastando e dimensionando os componentes como uso do mouse.

O Delphi tem ferramentas de desenvolvimento como *templates* e *experts* de aplicações e formulários auxiliando na construção de telas, aumentando a produtividade e facilitando a programação da aplicação.

Para manipulação de Banco de Dados o Delphi aceita que se trabalhe com qualquer tipo de Banco de Dados, para isto basta que exista um Drive ODBC (Open DataBase Connectivity) da Microsoft. Este programa permite que qualquer aplicação Windows possa trabalhar com dados um certo tipo. A Borland possui um concorrente ao ODBC que é o IDAPI que, para manter a compatibilidade aceita drivers ODBC. O IDAPI é controlado pelo DBE (Borland Database Engine), este software acompanha o Delphi e outros aplicativos Borland.

Um especialista em nutrição, um analista de sistemas e um especialista em RBC iniciaram o trabalho de modelagem de dados, definição de interfaces e o início da construção do sistema. A partir daí foram implementados conhecimentos do especialista para reprodução do conhecimento para Diagnóstico Nutricional e Prescrição de um Plano Alimentar levando como conhecimento os casos previamente resolvidos com sucesso. Os casos são uma interpretação das experiências do domínio modeladas para executar a tarefa do sistema. A experiência em Nutrição pode ser expressada através de uma consulta com um indivíduo que possui um distúrbio nutricional, que foi classificado de acordo com alguns sintomas e que merece uma dieta especial em conformidade com as suas necessidades, objetivos e adequação.

Computacionalmente os próximos passos para o desenvolvimento do sistema foram:

1. *Modelagem dos Dados*: Os principais cadastros são os de Casos de Entrada, Casos da Base e Protótipos.
  - Os Protótipos são faixas de valores aos quais os casos se encaixaram. Possuem os campos necessários para poder diagnosticar o paciente em: eutrofia, sobrepeso, obesidade, obesidade mórbida, desnutrição. Os atributos que o classificaram. O principal atributo do protótipo (o de maior peso) é a faixa de IMC Máximo e IMC Mínimo.

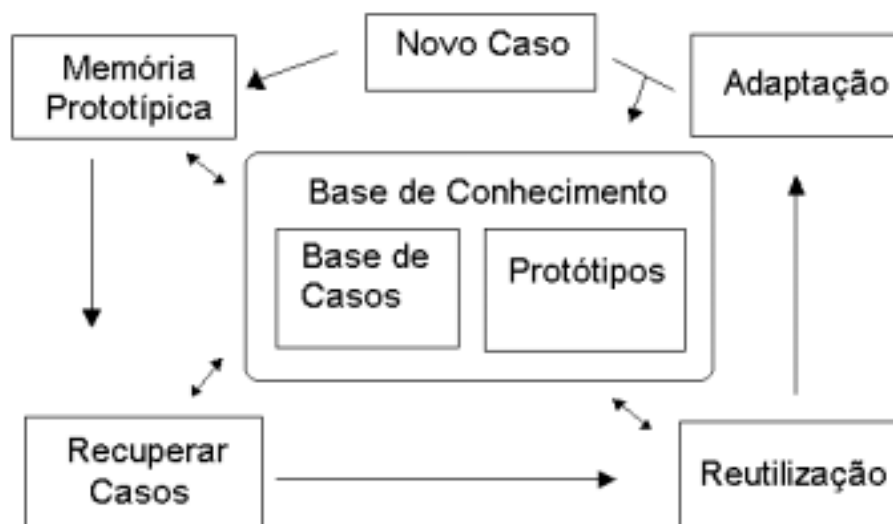
- Os casos de entrada têm os campos necessários para poder classificar um paciente dentro de um protótipo. Os campos que poderão identifica-los nutricionalmente “parecidos” com os casos da base ou não.

Os principais atributos dos casos de entrada são: peso, altura, sexo e atividade física

- Os casos da base, são aqueles pacientes que já foram solucionados, e obtiveram sucesso como resposta. A diferença entre os casos da base e os casos de entrada é que os casos da base já têm a prescrição dietética e os caso de entrada procuram o caso dentro do mesmo protótipo que mais se assemelha, pegando sua prescrição como resposta.

O desenvolvimento do sistema seguindo essas etapas está descrito no **ANEXO IV**.

#### Arquitetura do Sistema



## 6.6- Cálculos correspondentes às respostas dos questionários

Para encaixar um caso de entrada num protótipo foi utilizada a seguinte fórmula:

$$\text{Similaridade Total} = (\Sigma \text{Similaridades dos Atributos}) / \text{Somatório dos Pesos} * 100$$

A similaridade para cada campo tem a seguinte fórmula:

$$\text{Similaridade} = (1 / (|\text{Atributo Caso Entrada} - \text{Atributo caso Base} + 1|)) * \text{Peso}$$

Cada atributo (entrada e base) passa por uma fórmula de normalização por terem escalas diferentes:

$$\text{Normalização} = (((\text{EscalaFim} - \text{EscalaInicio}) * \text{valor}) + (\text{máximo} * \text{EscalaInicio} - \text{mínimo} * \text{EscalaFim})) / (\text{máximo} - \text{mínimo})$$

A Similaridade de um caso de entrada e um caso da base segue a mesma fórmula porém, trabalha com atributos diferentes dos que são comparados com o Protótipo.

O atributo IMC, não vem informado no caso da base, então é calculado com a seguinte fórmula:

$$\text{IMC} = \text{Peso} / \text{Altura}^2$$

O atributo GET, também é calculado da seguinte forma:

-----TMB-----

(p = peso)

se sexo = Masculino

(idade  $\geq$  10) e (idade  $<$  18) então

resultado :=  $17.5 * p + 651$

se (idade  $\geq$  18) e (idade  $<$  30) então

resultado :=  $15.3 * p + 679$

também se (idade  $\geq$  30) e (idade  $<$  60) então

resultado :=  $11.6 * p + 879$

se (idade  $\geq$  60) então

resultado :=  $13.5 * p + 487$ ;

e

tambem se sexo = Feminino então

novamente

se (idade  $\geq$  10) e (idade  $<$  18) então

resultado :=  $12.2 * p + 746$

tambem se (idade  $\geq$  18) and (idade  $<$  30) então

resultado :=  $14.7 * p + 496$

tambem (idade  $\geq$  30) e (idade  $<$  60) então

resultado :=  $8.7 * p + 829$

então (idade  $\geq$  60) então

resultado :=  $10.5 * p + 596$ ;

e

TMB = resultado

---ATIVIDADE FISICA-----

Caso Atividade Física

1: // Muito Leve

se sexo = 1 então // Homem

    resultado := 1.3

tambem // Mulher

    resultado := 1.3;

2: // Leve

is sexo = 1 então // Homem

    resultado := 1.6

tambem // Mulher

    resultado := 1.5;

3: // Moderado

se sexo = 1 então // Homem

    resultado := 1.7

tambem // Mulher

    resultado := 1.9;

4: // Intensa

se sexo = 1 então // Homem

    resultado := 2.1

tambem // Mulher

    resultado := 1.9;

-----  
GET = TMB \* Atividade Física



## 6.7- Exploração e interpretação dos dados

O objetivo da análise de dados foi de descrever, interpretar e explicar os dados coletados de maneira que estes viessem a responder as questões formuladas no estudo, sendo que a decisão sobre os métodos e técnicas de análise que foram utilizados dependeu da natureza dos dados obtidos e do tipo de informações e relações desejadas.

A interpretação das variáveis foi definida pela quantidade de atributos descritos anteriormente que foram usados para representar os casos. A indexação é o processo de identificação dos atributos do caso particular que orientaram a avaliação de similaridade definindo a ordem de recuperação (KOLODNER, 1993). Os pesos variaram de acordo com o grau de importância que foi elaborado em conjunto com especialistas e engenheiros do conhecimento envolvidos no desenvolvimento do presente sistema, lembrando as variáveis: IMC, Atividade Física e Avaliação Nutricional (variáveis dependentes).

Os valores atribuídos foram da maior importância a menor. O IMC foi o parâmetro mais significativo para determinar riscos à saúde então, o valor atribuído foi 1.0, a Atividade Física teve o segundo maior peso 0.8, e a Avaliação Nutricional Alimentar o terceiro maior peso 0.7. A todos foram atribuídos valores FUZZY. Quando o sistema procura os atributos para buscar o índice mais importante ele busca o de maior valor para iniciar o processo de busca e similaridade para posteriormente recuperar o caso mais semelhante.

A arquitetura do sistema está representada na **figura 1**. O corrente sistema consistiu em três principais componentes: um caso de entrada, um caso memória (ou protótipos) e uma recuperação de casos. A recuperação de casos tem três fases: a indexação/casos parecidos; a seleção do caso mais próximo e a adaptação ou não do caso. O uso da interface é a direção do menu.

## **CAPÍTULO 7**

### **7- AVALIAÇÃO, RESULTADOS E DISCUSSÕES**

Neste capítulo estão descrito os resultados e a validação do sistema montado, em detalhes. A revisão da literatura dos vários assuntos abordados, está descrita no capítulo dois.

Todos os resultados da pesquisa realizada pela Pell Heart estarão descritos aqui para o melhor entendimento de como foi feito o tratamento dos dados utilizando a metodologia do RBC e a modelagem da Lógica Difusa.

Dos 2000 casos foram selecionados 1052, devido a dados incompletos nas respostas coletadas. Algumas vezes perdas causadas pelo entrevistador e outras vezes pelo entrevistado. Os resultados obtidos, falando-se a princípio da obtenção do diagnóstico geral da população estudada, foram de acordo com o percentual encontrado de cada atributo analisado como o Estado de Fumar, IMC, Avaliação Nutricional, Atividade Física e Nível de Colesterol Sangüíneo. A situação real da amostra estudada de 1052 casos neste estudo e está descrito abaixo.

a) Quanto ao Índice de Massa Corporal (ambos os sexos)

Abaixo do nível desejado, foram encontradas 111 pessoas.

Índice normal, foram encontradas 484 pessoas

Acima do nível desejado foram encontradas 205 pessoas

Obesas foram encontradas 252 pessoas

## b) Quanto á Avaliação Nutricional

52% das mulheres foram classificadas como estando sobre risco de saúde, levando-se em conta o mau comportamento adotado quanto a ingesta alimentar.

## c) Pressão Arterial

Indivíduos com pressão arterial alta foram classificados, 66 pessoas.

Indivíduos com pressão arterial normal foram classificados, 948 pessoas.

## d) Os índices que classificaram quanto ao nível de colesterol sanguíneo foram:

<b>Colesterol (mg/dl)</b>	<b>Classificação</b>
Total menos que 200	Desejável
Total de 200 a 239	Borderline para alto risco
Total acima de 239	Alto risco
HDL menos que 35	Alto risco

Colesterol considerado alto risco foram classificadas, 129 pessoas

Colesterol com níveis desejáveis foram classificadas, 626 pessoas

297 indivíduos não souberam dizer qual o seu nível de colesterol sanguíneo

## e) Tabagismo

A classificação para pessoas que tinham hábito de fumar foi feita de acordo com os índices abaixo:

- Indivíduos que não tinham o hábito de fumar foram classificadas 255 pessoas.
  - Fumantes ocasionais foram classificadas 11 pessoas.
  - Fumantes leves (1-5 cigarros/dia) foram classificadas 73 pessoas.
  - Fumantes moderados baixo (6-10 cigarros/dia) foram classificadas 298 pessoas.
  - Fumantes moderados alto (11-19 cigarros/dia) foram classificadas 232 pessoas.
  - Fumantes pesados (> 20 cigarros/dia) foram classificados 183 pessoas.
- f) Foram considerados alguns índices para complementar o diagnóstico, assim como histórico familiar de doenças crônico-degenerativas. As respostas se resumiram em **sim** ou **não**, para casos relatados como doenças na família relacionadas a parentes próximos como, pai, mãe, avô, avó, irmãos.

Para indivíduos que tiveram casos na família de ataque cardíaco antes de 60 anos de idade:

- 174 indivíduos responderam que tiveram casos na família e 871 responderam que não tiveram casos na família.
- 7 indivíduos não souberam responder se houve algum caso na família.

Para indivíduos que tiveram casos na família de derrame cerebral antes de 60 anos de idade:

- 93 indivíduos responderam que tiveram casos na família e 946 responderam que não tiveram casos na família.
- 13 não souberam dizer se havia algum caso na família.

Para indivíduos que tiveram casos na família de angina antes dos 60 anos de idade:

- 218 indivíduos responderam que tiveram algum caso na família e 791 indivíduos não tiveram casos na família.
- 43 indivíduos não souberam dizer se havia algum caso na família.

Para indivíduos que tiveram história de diabetes na família antes dos 60 anos de idade:

- 239 indivíduos responderam que tiveram algum caso na família e 789 responderam que não tiveram casos na família.
- 24 indivíduos não souberam dizer se havia algum caso na família.

O Peso e a Altura da população estudada, variaram de acordo com os dados abaixo:

- Peso: de 36.28 kilos a 129.25 kilos
- Altura: de 144cm a 203cm

Nós desenvolvemos um sistema em que utilizamos experiências passadas para resolvermos casos presentes mais próximos a cognição humana.

Todos os dados coletados foram computados para avaliar a predisposição familiar do indivíduo com relação aos índices de IMC, Nível de Colesterol Sangüíneo, Pressão Arterial, Atividade Física e Hábito de Fumar.

De acordo com os resultados obtidos interpretamos as variáveis lingüísticas e transformamo-las em regras Fuzzy, posteriormente adicionando-as ao sistema de Raciocínio Baseado em Casos. Agregamos a cada resultado um número que determinasse valores mais verdadeiros e próximos as nossas ações, modo de pensarmos e agirmos, representando imprecisões e sentimentos vagos.

Os pesos foram avaliados e testados através do software ESTEEM 1.4 da Companhia Esteem Software Inc., 1994. Esteem é uma Shell que roda na plataforma do sistema KAPPA.

Foram testados 200 casos reais na base de casos do Esteem. Esteem oferece vários tipos de opções para combinações, dependendo do tipo da característica. Para predefinir as opções de combinações o desenvolvedor pode também usar a inferência de combinações onde específicas regras são permitidas para definir a similaridade entre as características. A definição da similaridade também permite o desenvolvedor determinar pesos relativos para selecionar as características. A pré-seleção adotada pelo sistema determina o peso para qualquer característica selecionada. São contudo, características consideradas importantes e que podem ser atribuídas um peso maior do que outras características. Por exemplo, o atributo IMC é de superior importância, então, essa característica tem valor maior que a Avaliação Nutricional através da determinação de um peso maior que um. Esteem fornece duas formas automáticas de generalização de pesos. Uma é pelo algoritmo ID3 e a outra usa Gradiente Descendente Algoritmo (GDA). Optamos pelo ID3 (Quinlan, 1986) que foi desenvolvido pelo Conceito de Sistemas de Aprendizado (CLS) proposto por Hunt et al., (1966). Em ID3 dez ou menos casos são aleatoriamente selecionados da base de casos. Usando esses, como exemplo, para treinar uma prescrição preliminar de árvore é construída (PATTERSON, 1992) ( ex: usando as características uma hierarquia de casos similares é construída). Esteem gera pesos para cada característica no caso que determina o C-valor para esse caso. Os pesos assim são gerados, testados em vários grupos, aleatoriamente em grupos de casos através da base de casos. Os pesos dessas características são, então, aumentadas ou diminuídas baseadas na melhor combinação entre as características dos casos de origem e o objetivo do valor da combinação da característica. Após examinar vários casos aleatórios o vetor do resultado dos pesos atualizado é normalizado. Esse processo continua até que o delta alcance o valor mínimo ou o usuário peça para o sistema Esteem parar (Esteem 1.4 documentation, 1994).

Os casos foram selecionados aleatoriamente, tentando-se optar por casos mais comuns e casos que compunham as mais diversas variações, quanto ao peso, idade, patologia, sexo, hábito de se alimentar, etc... O Sistema foi composto por esses casos e os casos novos foram introduzidos para posterior avaliação quanto aos pesos Fuzzy atribuídos de entrada. O algoritmo ID3 é restrito no que diz respeito à capacidade de combinações (somente permite combinações exatas), limitando assim nossa pesquisa e exigindo mais casos na base de casos para serem testados. Esteem também limita a possibilidade de representação de casos em

hierarquia e deste modo uma base de conhecimentos explícito com método de indexação, com abstrações, especializações, casos particulares, não poderá ser implementado. Outro fator que nos limitou foi o número de variáveis por características que são restritas. Isso nos motivou mais ainda a construção de nosso próprio sistema que corrigisse essas falhas encontradas neste sistema de RBC e que também utiliza modelo Fuzzy.

Iniciamos com a construção de 20 protótipos com os 1052 casos reais e 20 soluções prototípicas para facilitar a recuperação dos casos novos de entrada. Com os 1052 casos, os protótipos e suas devidas soluções, desenvolvemos o sistema em RBC com modelagem Fuzzy. Através da construção dos protótipos buscou-se solucionar o problema da aquisição do conhecimento através da representação das principais categorias de risco nutricional com relação às doenças crônicas degenerativas. Os casos foram representados através de uma consulta em nutrição na qual o nutricionista prescreve uma dieta com base nas características individuais de cada paciente. A escolha dos índices foi feita em separado para os protótipos e para os casos. O especialista efetuará, se necessário a avaliação das respostas do sistema na fase de reutilização.

A aquisição e a representação do conhecimento foram tópicos da Engenharia do Conhecimento muito importantes para o desenvolvimento do sistema proposto. Com o emprego da metodologia de RBC o sistema foi capaz de executar as tarefas de diagnóstico e prescrição a exemplo do especialista numa consulta, representando o seu modo de pensar e agir. Uma das vantagens dos sistemas de RBC é representar implicitamente o raciocínio. Por exemplo, no presente sistema, a solução, que é a prescrição do plano alimentar, foi encontrada com base no diagnóstico de risco nutricional, que não é mostrado explicitamente ao usuário.

### 7.1- Interpretação das descrições lingüísticas para construção de regras.

Em nosso caso, começamos pela descrição lingüística e a partir daí definimos as variáveis, regras e termos para determinação de algoritmo. Como exemplo de descrição lingüística temos:

**Se** você esta abaixo de 200mg/dl do nível de colesterol total, não é problema,

**Então** continue ingerindo uma alimentação saudável com baixo teor de gordura, mantenha-se ativo e seu peso ideal. Cheque uma vez a cada 5 anos seu colesterol.

**Se** você é fumante e/ou tem pressão alta,

**Então** você continua sobre risco de doenças cardiovasculares.

**Se** você está entre 200 a 239mg/dl do nível de colesterol total,

**Então** você está borderline, duas vezes chances de riscos para ataque cardíaco. Coma alimentos baixo em gordura para baixar as taxas de colesterol sanguíneo. Cheque novamente seu índice de colesterol em poucos meses.

**Se** você está com o índice de 240mg/dl do nível de colesterol ou mais,

**Então** você poderá estar em alto risco para um ataque cardíaco.

#### *7.1.1- Recomendações Nutricionais*

As recomendações nutricionais para esses indivíduos foram as descritas abaixo:



- Para grãos a recomendação foi do consumo de 5 a 12 porções ao dia. Uma porção significa por exemplo, 30g de cereais.
- Frutas e vegetais a recomendação foi do consumo de 5 a 10 por dia. Uma porção significa, um tamanho médio de um vegetal ou fruta.
- Produtos lácteos a recomendação foi do consumo de 2 a 4 porções para homens por dia. Uma porção significa, 250 ml/ 1 copo ou 2 fatias de queijo e para mulheres de 3 a 4 porções.
- Carnes e alternativas a recomendação foi para o consumo de 2 a 3 porções ao dia. Uma porção significa de 50 a 100g de carne ou 1 a 2 ovos ou grupo das leguminosas de 125 a 250 ml.

Para facilitar o entendimento de todas essas recomendações o paciente leva consigo essas orientações mais detalhadas:

### OS GRUPOS ALIMENTARES

GRUPOS	PORÇÕES/DIA	O QUE É UMA PORÇÃO
Pães Cereais Arroz e Massa	6 – 11 porções	1 fatia de pão 30g cereal / granola ½ xíc. cereal cozido, arroz ou massa
Verduras	3 – 5 porções	1 xíc. verduras folhosas cruas ½ xíc. de outras verduras, picadas cozidas ou cruas ¾ xíc. suco de vegetais
Frutas	2 – 4 porções	1 banana, maçã, laranja ½ xíc. frutas picadas, cozidas ou enlatadas. ¾ xíc. suco de fruta
Leite Iogurte e Queijo	2 – 3 porções	1 xíc. leite ou iogurte 45g queijo natural 60g requeijão ou pollengui
Carnes, aves, peixes, Leguminosas (lentilha, ervilha, grão de bico) Ovos e sementes	2 – 3 porções	60 – 80g carne, frango ou peixe cozidos ½ xíc. feijão 1 ovo, 2 colh. de sopa de pasta de amendoim 30g nozes, castanhas, sementes
Gorduras, óleos e açúcar (doces)	Usar pouco	

### 7.1.2 *Recomendações para mudanças no comportamento alimentar*

Para o planejamento de cardápios consideramos as seguintes modificações no comportamento alimentar:

#### **a) Redução nas gorduras, sugerimos menos de 30% das calorias totais**

**Gorduras saturadas** – São encontradas em produtos animais e em alguns produtos vegetais.

Recomendações- 14% a 16% por dia do total das calorias – para pessoas normais é de 8% a 10% por dia do total das calorias – para pessoas com problemas cardíacos.

#### **Trans Fats**

Há um outro tipo de gordura chamada de trans fat. Muitas das trans fat da nossa dieta são gorduras insaturadas que foram alteradas – hidrogenadas - usualmente em alimentos processados que se tornaram duras em temperaturas ambiente, assim como margarinas e shortnees. Hoje se sabe que elas causam muitos danos ao nosso organismo, como problemas cardiovasculares, principalmente. Elas causam um aumento no colesterol LDL (colesterol ruim) e diminuem o nível do HDL (colesterol bom). Trans fat são as únicas gorduras que fazem isso, nem as saturadas naturais, como manteiga ou queijos reage assim no nosso organismo, Will (1999).

#### **Gorduras polinsaturadas**

Recomendações - 10% total por dia do total das calorias.

#### **Gorduras monoinsaturadas**

Recomendações - 15% do total por dia das calorias.

*Opções de óleos e gorduras:* Óleo de milho, girassol, azeite de oliva e óleo de canola.

### *Opções de carnes*

Dê preferência aos Frutos do mar – contém menos gordura saturada do que a carne vermelha.

Porções de 2 a 3 por semana, 100g/ por vez. Peixes recomendados, Atlantic Salmão, Albacore Atum, Cavala, Carpa, Peixes de carne branca de lagos, Peixes de água doce como Brota e Truta.

“Cirurgia plástica” para retirar toda gordura visível das carnes vermelhas, pele das aves antes de cozinhar ou assar.

Uma sugestão para substituir a manteiga ou margarina no pão, é usar geléia, mel , requeijão. Diminuir a quantidade da maionese, creme de leite, não adicionar manteiga à pipoca , vegetais, milho e batata.

### **b) Aumentando o consumo de fibras**

Recomendação = 20g a 30g por dia.

Normalmente comemos aproximadamente 10g/dia

Sugestão de GRÃOS fontes de fibra: trigo, aveia, arroz, centeio, milho, trigoilho, cevada (pães, massas, tortilhas, bolachas)

Suplementos de fibras não são recomendáveis.

Substituir o trigo comum pelo integral (pães, grãos) e acrescentar frutas/verduras em cada refeição ou lanche.

Ex. substituir: Pão branco por integral.

Sucos pela fruta - morangos, abacaxi, frutas secas

Doces pobres em fibras (ex: bolacha)/ por frutas.

Batata sem casca / batata com casca.

Feijão e ervilha são boas fontes de fibras.

Substituir trigo branco por 1 xíc. trigo integral fino ou 7/8 xíc. do trigo grosso, ou 3/4 xíc. trigo branco + 1/4 xíc. farelo ou germe de trigo.

Adicione frutas secas, ameixas, figos, tâmaras, passas aos cereais e granola, aos bolos e pratos de carne magra ou peixe.

Adicione brócolis, ervilhas, feijões às massas. Pelo menos 1 vez por semana servir feijões, ervilhas ou outras leguminosas em substituição a carnes.

Adicione feijões às saladas, sopas, cassaroladas, refogados, sanduíches de pão integral.

---

DIETAS ALTAS EM FIBRA AJUDAM A BAIXAR O NÍVEL DE COLESTEROL SANGÜÍNEO E REDUZIR RISCOS DE DOENÇAS CÁRDIO VASCULARES. AS FIBRAS TAMBÉM TÊM SIDO VISTAS COMO PREVENTORAS DE CÂNCER DE CÓLON E OUTROS TIPOS DE CÂNCER. CONTANDO COM OUTRAS VANTAGENS ASSIM COMO ELA SE JUNTA ÀS TOXINAS E RESÍDUOS AJUDANDO A NEUTRALIZÁ-LAS ANTES QUE CAUSEM DANOS AO ORGANISMO. SEM A QUANTIDADE ADEQUADA DE FIBRA DIÁRIA CORRE-SE O RISCO DE SE MANTER CONSTIPADO QUE É UM FATOR CONTRIBUINTE PARA MUITAS DOENÇAS. (ROSS, 1999).

---

**c) Incluir variedade de verduras e frutas**

Verduras e frutas têm poucas calorias e gorduras e são fontes de vitaminas A, E e C fibras e substâncias bioativas. (isotiocianatos, indóis, flavonóides e terpenos) - inibem o câncer em seres humanos, (AHA and ACS, 1996, KRONHAUSEN, 1999; MAURICE, 1999).

**DICAS:**

- Para aumentar o consumo de frutas e verduras
- Aproveitar as safras (preços menores, mais frescos, mais gostosos e congelá-los para uso durante o ano todo).
- Comer uma fruta ou verdura antes de ir a uma festa ou restaurante diminui a possibilidade de ataques de fome.
- Evitar verduras fritas, sautee, com molhos, manteiga ou cremes. Escolha saladas, sopas de vegetais ou de leguminosas, saladas de frutas, pratos vegetarianos.
- Água - ml de água diariamente no mínimo.

**d) Consumir álcool com moderação**

Não fornece nutrientes somente “calorias vazias” (7 cal/g).

Consumo máximo diário menos que 30 ml de álcool puro (2 copos de vinho, 2 latas de cerveja ou 2 cocktails).

Dicas de mudanças de hábitos:

- Analisar o comportamento alimentar, o meio ambiente que envolve e tentar eliminar as coisas que estimulem você a comer alimentos ricos em gordura.
- Estoque alimentar em locais mais altos- Alimentos ricos em gordura fora do alcance da vista- ou melhor ainda, não comprá-los com frequência.
- Encontrar amigos, vizinhos e pessoas que trabalhem com suporte a orientação de mudanças de hábitos, que encorajem você a mudanças do estilo de vida.

- Corte a gordura da sua dieta gradualmente.
- Seja seu próprio líder, orgulhe-se de você mesmo quando você tem sucesso com seus novos hábitos em ter feito boas escolhas.

### **ALGUMAS DICAS PARA A ALIMENTAÇÃO FORA DE CASA**

Escolher restaurantes étnicos que ofereçam cardápios com pouca gordura (Chinês, Japonês, Indiano, Mexicano, vegetariano, integralista). De preferência a frutos do mar, sopas e vegetais. Escolher os assados, cozidos, fervidos no vapor. Pedir pratos de vegetais como acompanhamento. Sobremesas de frutas ou gelatina. Repartir sorvete ou torta de chocolate com outra pessoa da mesa. Ou, permita-se as gorduras extras de uma torta se já estiverem previstas para tal ocasião especial.

Antes de sair de casa, coma um lanche de baixo teor de gordura, como uma salada de frutas ou um sanduíche natural com pão integral e legumes para diminuir a tentação e permaneça próximo aos aperitivos de vegetais e frutas, pão, frutos do mar (evitar queijos amarelos). Se não houver alternativa, coma pequenas porções.

### **Número de refeições diárias que recomendamos**

No mínimo 5 refeições, nas quais compostas de 3 grandes refeições (café da manhã, almoço e jantar) e duas pequenas refeições (2 lanches um pela manhã e outro à tarde).

*Recomendações de macronutrientes e micronutrientes para cálculo de NET*

**Colesterol** = 300 ml/ por dia para pessoas normais e

200 ml/ por dia para pessoas com problemas cardiovasculares.

**Proteína** = Recomendação - 15% do total por dia das calorias. Variar com alimentos desidratados como ervilha seca, feijões, carne, frutos do mar, frango, e produtos derivados da soja como tofu.

**CH** = Recomendação - 55% a 60% do total das calorias diárias.

**Algumas frutas , verduras e grãos integrais.**

**Lipídios** = Recomendação - 30% no máximo, sendo distribuídas como já mencionado acima.

**Sódio** = Recomendação - não mais que 2.400 mg por dia.

### **Recomendações para Atividade Física**

Adicione caminhadas diárias na sua programação. Comece devagar e gradativamente aumente para 45 minutos a 1 hora por dia. O tipo de sapato da caminhada e a roupa são importantes, precisam ser confortáveis. Caminhar de manhã bem cedo ou depois que a temperatura cair no final da tarde, deve ser sempre lembrado.

Use seu tempo vago para relaxar, faça planos, aproveite a vida. Proteções na cabeça como chapéu no verão é muito importante. Mude o estilo de vida sedentário e inclua mais exercícios controlando também sua ingestão de calorias.

## **Recomendações para se obter um Peso Ideal**

As recomendações canadenses e americanas propõem que para uma manutenção de peso ideal para *homens* as calorias diárias variem de um consumo de 2.000 a 2.500 calorias.

Para perda de peso em *homens* o consumo diário varie de 1.600 a 2.000 calorias. Para manutenção do peso ideal para *mulheres* o consumo diário de calorias varie de 1.600 a 2.000 calorias.

Para perda de peso em *mulheres* o consumo diário varie de 1.200 a 1.600 calorias.

A partir de todas essas recomendações, feitas pelo especialista em nutrição, foram construídos os Protótipos e suas devidas soluções no próximo seguimento.

### **7.3- A Construção dos Protótipos e as Soluções Prototípicas**

Aplicamos as variáveis dependentes e selecionamos os casos típicos mais comuns usando o processo de faixas (ranges) para determinar a variação de normalidade ou não e classificarmos o indivíduo dentro de um distúrbio específico. A partir daí, foram construídos protótipos para tornar o sistema autônomo para diagnosticar, prescrever dietas e resolver problemas nutricionais, por si só, não necessitando de um especialista interagindo. O sistema poderá recuperar, adaptar e avaliar passos como um típico especialista faz, utilizando a metodologia de Raciocínio Baseado em Casos e a modelagem da Lógica Difusa.

O conhecimento do especialista foi representado no sistema de RBC através da avaliação de similaridade entre os casos, avaliando diferenças e recuperando o caso da base mais similar com sua devida solução. Os casos da base e sua devida solução são o principal acordo no domínio de experiências em sistemas de RBC em que o conhecimento do especialista é armazenado (PETOT, 1998). O profissional nutricionista primeiramente aprende o conhecimento teórico e, através daí, incorpora experiências durante a vida profissional, tornando-se um especialista na área. O profissional nutricionista usualmente expressa seu



conhecimento com generalizações. Utiliza o senso comum e busca sempre na memória um caso similar bem sucedido em experiências passadas. Isso motivou-nos a considerar o início do sistema através da construção de protótipos que também foram usados nas pesquisas de Bareiss na construção de PROTOS (BAREISS & SLATOR, 1991). O uso de protótipos e memória prototípica permite a implementação de casos na base que compreende toda categoria importante de programas nutricionais.

Os protótipos e a memória foram construídos respeitando as variações, sintomas, metas, e outras relevantes características que não puderam ser adaptadas, representando as categorias baseadas na aquisição do conhecimento do especialista, (CAMARGO, 1999). Os protótipos sugerem uma categoria de diagnóstico e conseqüentemente uma prescrição nutricional. Representaram uma coleção de experiências de um especialista empregada por um nutricionista.

O sistema de RBC é usado para resolver problemas por incorporação de experiências passadas em um domínio parcialmente desconhecido. O conhecimento para o domínio de um problema é difícil de se representar através de regularidades em forma de regras, mas é fácil de se acumular através de experiências de problemas passados que já foram resolvidos. O sistema pode aproveitar experiências passadas sugerindo possíveis modificações para o plano de tratamento em ordem de melhorar o sucesso no final do Plano Nutricional.

Na seqüência estão expostos alguns exemplos de casos protótipos e as devidas soluções prototípicas construídas para comporem a base de casos deste sistema.

**PROTÓTIPO 1**

IMC	30-40 Kg/M <sup>2</sup>
Avaliação Nutricional	Fator - 2
NET	2000 - 7500 / Kcal/ por dia
Atividade Física - Frequência	Diariamente, 3-5 x semana
Atividade Física - Intensidade	Baixa-Moderada
Atividade Física - Duração	30- 180 Minutos/Dia
Pressão Arterial	Alta
Colesterol Sangüíneo	Normal
História Familiar	Sim
Estado de Fumar	Moderado- Alto
Sexo	Feminino
Idade	18-59
Diagnóstico	Sobrepeso- Obesidade

**PROTÓTIPO 2**

IMC	12-20 Kg/M <sup>2</sup>
Avaliação Nutricional	Fator - 2
NET	2000 - 7500 / Kcal / Por Dia
Atividade Física - Frequência	1 -2 X Semana- Poucas X Mês
Atividade Física - Intensidade	Inativo- Leve
Atividade Física - Duração	Leve- Moderada
Pressão Arterial	Normal
Colesterol Sangüíneo	Normal
História Familiar– Doença Card.	Não
Estado de Fumar	Leve
Sexo	Feminino
Idade	18-59
Diagnóstico	Desnutrido I - II

**PROTÓTIPO 3**

IMC	19-26 Kg/M <sup>2</sup>
Avaliação Nutricional	Fator - 2
NET	2000- 7500 /Kcal / Por Dia
Atividade Física - Frequência	Diariamente 3-5 X Semana
Atividade Física - Intensidade	Leve- Moderado
Atividade Física - Duração	30 - 60 Minutos/ Dia
Pressão Arterial	Alta
Colesterol Sangüíneo	Normal
História Familiar-Doença Card.	Sim
Estado de Fumar	Moderado Alto - Pesado
Sexo	Masculino
Idade	18-59
Diagnóstico	Desnutrido I - Normal

**PROTOTIPO 4**

IMC	39-45 Kg/M <sup>2</sup>
Avaliação Nutricional	Fator - 2
NET	2000 - 7500 Kcal / Por Dia
Atividade Física - Frequência	Inativo-Poucas X Mês
Atividade Física - Intensidade	Inativo- Leve
Atividade Física - Duração	Leve
Pressão Arterial	Alta
Colesterol Sangüíneo	Alta
História Familiar-Doença Card.	Sim
Estado de Fumar	Pesado
Sexo	Masculino
Idade	18-59
Diagnóstico	Obesidade II - Extremo Obeso III

## PRESCRIÇÃO DA SOLUÇÃO

### PROTÓTIPO 1

<b>Dieta Balanceada</b>	<b>2000 - 2500 Kcal/dia. Cinco refeições por dia, 3 refeições e 2 lanches. Perda de peso, 10% do peso inicial, 0.5 a 1Kg por semana.</b>
Proteína	15% das calorias totais. Recomenda-se alimentos variados, desidratados como ervilha e feijões, carnes, frutos do mar, e produtos de soja, assim como Tofu. 1% de gordura. Porção de PT/dia-100gr.
CH	55 - 60 % do total de calorias. Recomenda-se algumas frutas e verduras (5 a 10 porções por dia) e grãos integrais (5 a 12 porções/dia).
Lipídios	30% das calorias totais. Recomenda-se – Gorduras saturadas 5% (são encontradas nos produtos animais e em alguns produtos vegetais), Poliinsaturados, 10% (são encontrados em óleos vegetais), Monoinsaturada 15% (são encontradas em óleos vegetais como milho, safflower, sunflower, oliva e canola.
Fibra	Recomenda-se 20 - 30g/dia. São encontradas nas frutas, vegetais e produtos integrais.
Sódio	Recomenda-se não mais que 2.400mg/dia.
Água	Recomenda-se- mais que 8 copos de água/dia.
Cozinhar	Ensinar como preparar os alimentos. Fornecer lista de substituição de alimentos, receitas apropriadas.
Atividade Física	Recomenda-se atividade freqüente - 3 a 5 vezes por semana.
Fumar	Recomenda-se-terapia de comportamental (autocontrole, administração de stress, auto-estima).
Follow up	Deve ser monitorado pelo Nutricionista semanalmente no primeiro mês contatos pessoais e através de telefone. No segundo mês, contato mensal e posteriormente a terapia nutricional poderá ser feita a cada 6 meses.
Diagnóstico	Sobre-peso – Obesidade.

## PRESCRIÇÃO DA SOLUÇÃO

### PROTÓTIPO 2

<b>Dieta Balanceada</b>	<b>2500 - 3500 Kcal/dia. Oito refeições por dia, 3 refeições e 5 lanches</b>
Proteína	15% das calorias. Recomenda-se alimentos variados, desidratados como ervilha e feijões, carnes, frutos do mar e produtos de soja, assim como Tofu. 1% de gordura. Porção de PT/dia-100gr.
CH	60 % do total calorias. Recomenda-se algumas frutas e verduras (5 a 10 porções por dia) e grãos integrais (5 a 12 porções por dia).
Lipídios	35% das total calorias. Recomenda-se: Gordura Saturada 5% (são encontradas em produtos animais e alguns produtos vegetais), Poliinsaturada 10% de gordura (são encontrados em óleos vegetais), Monouinsaturados. 15% de gordura (são encontrados em óleos vegetais assim como milho, safflower, sunflower, óleo de oliva e canola).
Fibra	Recomenda-se 20 g/dia. São encontradas em frutas e vegetais, produtos integrais.
Sódio	Recomenda-se não mais que 2.400mg/dia.
Água	Recomenda-se 8 copos/dia, 1000ml.
Cozinhar	Ensinar como preparar os alimentos. Fornecer lista de substituição de alimentos, receitas apropriadas.
Atividade Física	Recomenda-se 3 vezes por semana. Iniciando com caminhadas de 15 minutos na primeira semana, 20 minutos na segunda semana.
Fumar	Recomenda-se Terapia comportamental (auto-controle), administração do stress e auto estima)
Follow up	Deve ser monitorado pelo Nutricionista semanalmente no primeiro mês contatos pessoais e através de telefone. No segundo mês, contato mensal e posteriormente a terapia nutricional poderá ser feita a cada 6 meses. O controle deverá ser próximo até se obter o peso ideal acordado.
Diagnóstico	Má nutrição

## PRESCRIÇÃO DA SOLUÇÃO

### PROTÓTIPO 3

<b>Dieta Balanceada</b>	<b>2000-2500 kcal/dia. Oito refeições por dia, 3 refeições e 5 lanches.</b>
Proteína	15% das calorias. Recomenda-se alimentos variados, desidratados como ervilha e feijões, carnes, frutos do mar, e produtos de soja, assim como Tofu. 1% de gordura. Porção de PT/dia-100gr
CH	55 - 60 % do total de calorias. Recomenda-se algumas frutas e verduras (5 a 10 porções por dia) e grãos integrais (5 a 12 porções/dia).
Lipídios	30% das calorias totais. Recomenda-se – Gorduras saturadas 5% (são encontradas nos produtos animais e em alguns produtos vegetais), Poliinsaturados, 10% (são encontrados em óleos vegetais), Monoinsaturada 15% (são encontradas em óleos vegetais como milho, safflower, sunflower, oliva e canola.
Fibra	Recomenda-se 20 to 30g/dia. São encontradas nas frutas, vegetais e produtos integrais.
Sódio	Recomenda-se não mais que 2.400mg/dia.
Água	Recommenda-se- 8 copos/dia, 1000ml.
Cozinhar	Ensinar como preparar os alimentos. Fornecer lista de substituição de alimentos, receitas apropriadas.
Atividade Física	Recomenda-se atividade freqüente - 3 a 5 vezes por semana, começando com 20 min/day.
Fumar	Recomenda-se: terapia comportamental (auto-controle, administração de stress, auto-estima)
Follow up	Deveria ser controlado pelo Nutricionista pessoalmente uma vez por mês e por telefone uma vez por semana incentivando, motivando.
Diagnóstico	Mal nutrição - normal

## PRESCRIÇÃO DA SOLUÇÃO

### Protótipo 4

<b>Dieta Balanceada</b>	<b>1800 - 2000 Kcal / dia. As calorias ingeridas devem ser abaixo das necessidades corporais no primeiro mês (em torno de 500 a 1000 kcal/diárias). Redução de peso corporal de 10% das necessidades básicas. Seis refeições/dia, 3 refeições e 3 lanches.</b>
Proteína	15% das calorias totais. Recomenda-se alimentos variados, desidratados como ervilha e feijões, carnes, frutos do mar, e produtos de soja, assim como Tofu. 1% de gordura. Porção de PT/dia-100gr.
CH	55 - 60 % do total de calorias. Recomenda-se algumas frutas e verduras (5 a 10 porções por dia) e grãos integrais (5 a 12 porções/dia).
Lipídios	30% das calorias totais. Recomenda-se – Gorduras saturadas 5% (são encontradas nos produtos animais e em alguns produtos vegetais), Poliinsaturados, 10% (são encontrados em óleos vegetais), Monoinsaturada 15% (são encontradas em óleos vegetais como milho, safflower, sunflower, oliva e canola.
Fibra	Recomenda-se 20 to 30g/dia. São encontradas em frutas, vegetais e grãos integrais.
Sódio	Recomenda-se não mais que 2.400mg/dia.
Água	Recomenda-se mais de 8 copos/dia.
Cozinhar	Ensinar como preparar os alimentos. Fornecer lista de substituição de alimentos, receitas apropriadas.
Atividade Física	Recomenda-se diária - 3 a 5 vezes por semana, se nunca fez antes, começar caminhando 20 minutos por dia.
Fumar	Recomenda-se terapia comportamental (auto-controle, administração do stress, e auto-estima)
Follow up	Deverá ser acompanhado semanalmente para controle de peso e reforçar as recomendações. Por telefone acompanhamento 3 vezes por semana. Dietoterapia por seis meses.
Diagnóstico	Obesidade II - Extrema Obesidade

### 7.4- Guias- Soluções / Prescrições

## IMC

Os indivíduos que foram classificados com o IMC em torno de  $26 \text{ kg/m}^2$  foram considerados sobre risco para **DOENÇAS CRÔNICO-DEGENERATIVAS**.

A prescrição feita para esse diagnóstico foi de tratamento dietoterápico, dieta com baixas calorias e baixa em gorduras; modificação para padrões de atividade física (reduzindo sedentarismo e aumentando atividade física), inicialmente atividade com nível moderado de 30 a 45 minutos, frequência de 3 a 5 dias por semana; terapia comportamental (auto-controle de hábitos alimentares e administração do estresse, auto-controle, reestruturação cognitiva, motivação para o tratamento e mudanças no estilo de vida). As calorias ingeridas devem ser abaixo das necessidades corporais no primeiro mês (em torno de 500 kcal/dia a menos do recomendado). Dieta balanceada. Redução do peso corporal em torno de 10% do peso atual.

Ensinar como cozinhar, como preparar os alimentos, obter melhores escolhas alimentares, fornecer uma lista de substitutos alimentares e opções de receitas foram consideradas.

Neste caso, o controle deverá ser semanalmente para monitorar a perda de peso mais próximo e reforçar as recomendações (ASSIS, 1997).

Indivíduos com um IMC em torno de  $18 \text{ kg/m}^2$  foram considerados em risco para **DESNUTRIÇÃO**. A prescrição para esses indivíduos foi de um tratamento dietoterápico observando as calorias ingeridas, sendo equivalentes as necessidades corporais. Observar a atividade física, alterar, se necessário, caso esteja mais alta do que a necessidade corpórea e a queima calórica. A queima calórica deve ser abaixo das energias ingeridas. Terapia comportamental (de alto-estima, administração de estresse, reestruturação cognitiva) também foram consideradas (ASSIS, 1997). Nestes casos o acompanhamento deverá ser semanal. O IMC entre 19 a  $26 \text{ kg/m}^2$  foram considerados **NORMAIS**.



A prescrição sugerida foi a manutenção do balanço dietético de acordo com as necessidades corporais. A intensidade da atividade física deve ser de moderada a alta (como dançar, skating, e atividades aeróbicas) frequência diária e duração moderadas (30 a 330 minutos ao dia). Nesse caso devem ser controlados mensalmente para manutenção do peso.

### **Estado de Fumante**

Todos os casos de fumantes devem ter terapias de mudanças de comportamentos (auto-controle, administração do stresse, auto-estima). A dietoterapia e atividade física devem ser pontos enfatizados. O objetivo é fazer o indivíduo parar de fumar.

### **Atividade Física**

Se o indivíduo não for ativo e o IMC estiver  $\geq 26 \text{ kg/m}^2$ , com pressão arterial e colesterol sangüíneo altos, fumante, são considerados sobre risco ou sob desenvolvimento de outras doenças. Redução do peso corporal e instituição de atividade física e recomendado.

Se o indivíduo faz atividade física e o IMC for  $\leq 18$ , recomendações para aumento de ingesta calórica.

Se o indivíduo é ativo mas tem um índice de colesterol alto e o IMC de 19 para 26%, a recomendação dietética é de modificação de preparo dos alimentos.

### **Colesterol Alto/Pressão Arterial Normal**

Se o índice de colesterol está alto mas a pressão está normal, a terapia dietética é a redução de gordura alimentares, mudança no comportamento, seguimento dos fatores 1, 4 ,5. Aumentar atividade física, começando com baixa duração frequência e intensidade.

## **Colesterol e Pressão Arterial Altos**

Se o colesterol sanguíneo e a pressão arterial estiverem altos, a conduta dietoterápica seria de mudança de comportamento, redução das gorduras alimentares e seguimento dos fatores 1, 4 ,5. Aumento da atividade física iniciando-se com baixa duração, frequência e intensidade, (The National Heart, 1998).

Foram observadas algumas limitações no decorrer desse trabalho assim como:

1. Representar a cognição humana com a associação das técnicas descritas anteriormente.
  - O problema de representação do conhecimento: como representar conhecimento humano em termos de dados estruturados que a máquina possa processar?
  - O problema da generalização do conhecimento: como usar estrutura de dados abstratos para generalizar uma informação útil no contexto de um caso específico?
  - O problema da aquisição do conhecimento: como transmitir o conhecimento humano como ele realmente é, traduzi-la da mente para texto no domínio de especialistas, dentro de representações abstratas?
2. Alto-custo das ferramentas de RBC para testar os pesos dados aos atributos.
3. Falta de padronização do atendimento ao paciente, muito comum no atendimento nutricional, favorecendo perda de dados importantes para diagnóstico e prescrições alimentares.

## **8- CONCLUSÃO E FUTUROS DESENVOLVIMENTOS**

Uma vantagem fornecida por sistemas inteligentes que utilizam a metodologia de RBC é a habilidade de estocar conhecimentos de vários especialistas, fazendo a tarefa do especialista representar mais a realidade e ser propenso a menores erros, (KOLODNER, 1993; WATSON, 1997). Além disso, quando empregado o paradigma de lembrar o prévio episódio mais similar, humanos são sujeitos a colocar emoções que podem evitar recuperação relevantes das soluções. Um sistema computacional logo que realiza requerimentos teóricos garantem que a similaridade das experiências sejam recuperadas (WATSON, 1997).

Embora os nossos protótipos tenham necessitado de conhecimento de um especialista para serem adquiridos, um dos benefícios freqüentes foi a facilidade de representação do sistema de RBC. Além disso, desde que métodos eficientes de adaptação possam ser implementados com aquisição de contribuições consistentes para o aumento da robustez do sistema, o uso de conjuntos difusos é indicado para aumentar a precisão das relações categóricas dados aos novos casos na base de casos (PARTHIBAN, 2000).

Específicas contribuições desse estudo incluem o desenvolvimento do modelo da Lógica difusa e a metodologia do RBC que, apesar de já serem conhecidas, este método foi usado em conjunto em áreas que ainda não foram aplicados, Diagnóstico Nutricional e Prescrição Dietética.

A validação do modelo Fuzzy e a metodologia de RBC foram efetivas para a implementação da tarefa nutricional chegando próximo a 100%, com a entrada de um novo caso na base de casos. Foi suficiente a construção de casos prototípicos, evitando um número infinito de casos reais para compor a base de casos.

Houveram algumas dificuldades como, valores perdidos na coleta de dados e ao se trabalhar os dados na Shell Esteem Software. A desvantagem é que o sistema é muito lento e possui uma inflexível interface tornando-a inapropriada para desenvolver aplicações que necessitam de um número muito alto de amostras, razão a qual só utilizamos essa Shell, para testarmos os casos e protótipos e vermos se os pesos estariam de acordo, onde verificamos

que estavam. Os protótipos facilitaram muito a recuperação dos casos, agilizando assim a recuperação e a diminuição da necessidade de adaptação. Para futuros trabalhos sugerimos uma padronização no atendimento clínico de nutrição, juntamente com todos os profissionais da área, determinando melhores métodos de diagnóstico e tratamento para clientes. Após isso, teremos casos reais, não só diagnosticados, mas também prescritos na base de casos. Esse sistema ainda necessita refinamento antes de ser comercializado.

A representação do senso comum nos computadores ainda desafia os pesquisadores da área de inteligência artificial.

TABELA 1 – Valores de Referência

<b>IMC (KG/M<sup>2</sup>) (1)</b>	Desnutrição: <18,5 Eutrofia : 18,5 – 24,9 Obesidade leve: 25 – 30 Obesidade moderada: 30 –40 Obesidade mórbida: > 40	<b>Atividade física (5)</b> <b>Fator atividade</b>	<b>Repouso:</b> dormindo, reclinado. <b>Muito leve:</b> Mulher: 1,3 Homem: 1,3 <b>Leve:</b> Mulher: 1,5 Homem: 1,6 <b>Moderada:</b> Mulher: 1,9 Homem: 1,7 <b>Intensa:</b> Mulher: 1,9 Homem: 2,1
<b>Cintura/quadril (2)</b>	Até 0,8 para mulheres de meia idade Até 0,9 para homens		
<b>Circunferência abdominal (3)</b>	Acima de 100cm risco de aterogenia.	<b>Uréia</b>	10–45mg/dl
<b>Hemoglobina</b>	Mulher: 12 – 16 Homem: 14 – 18	<b>Creatinina</b>	0,6–1,4 mg/dl
<b>Hematócrito</b>	Mulher: 37 – 47% Homem: 42 – 52%	<b>Glicemia</b>	70–110mg/dl
<b>Colesterol total (4)</b>	Normal: < 200mg/dl Limite superior: 200–239mg/dl Hipercolesterolemia: 240mg/dl		
<b>Triglicérides (4)</b>	Normal: até 200		
<b>HDL</b>	Mulher: >45mg/dl Homem: >35mg/dl Dislipidemia: HDL: <35mg/dl		
<b>Ácido úrico</b>	Mulher: 2,4–5,7mg/dl Homem: 3,4–7,0 mg/dl		

(1) World Health Association , 1995

(2) World Health Association , 1990

(3) Assis, Maria Alice Altenburg de, Consulta de nutrição: controle e prevenção do colesterol elevado, 1997, Insular, Florianópolis, SC.

(4) JAMA, 1994

(5) World Health Organization, 1985

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABNT, Associação Brasileira de Normas Técnicas. **Referência Bibliográfica: NB-66.** Rio de Janeiro: ABNT, 1989. 9p.

ABNT, Associação Brasileira de Normas Técnicas. **Referência Bibliográfica: NB-14724.** Rio de Janeiro, julho/2001.

ADA, The American Dietetic Association. **Complete Food & Nutrition Guide.** 1999.

\_\_\_\_\_, The American Dietetic Association. **Position of the American Dietetic Association:** Nutrition education for health care professionals. 2000.

AHA and ACS,. Living Well, Staying Well Big Health Rewards from Small Lifestyle Changes. **American Heart Association and American Cancer Society.** Toronto, Canadá. 1996.

\_\_\_\_\_, AMERICAN HEART ASSOCIATION. **AHA low-fat, low-cholesterol cookbook: heart-healthy, easy-to-make recipes that taste great.** Random House, Canadá, 1997.

\_\_\_\_\_, AMERICAN HEART ASSOCIATION. **Fighting Heart Disease and make Stroke.** Low-Fat, Low Cholesterol Cookbook, Second Edition, Heart Healthy, easy to recipes that taste great. United States of American, 1997.

ALIEV, R., F.T., BABAEV, M. - **Fuzzy Process Control and Knowledge Engineering in petrochemical and Robotic Manufacturing.** Verlag TÜV Rheinland, Bonn, 1991.

ALTHOFF, K.D., NICK, M., TAUTZ, C. CBR – PEB. An application Implementing Reuse Concepts of the Experience Factory for Transfer of CBR System Know-how. In Proceedings of the 7<sup>th</sup>. **German Workshop on Case-Based Reasoning.** March, 1999.

ALTROCK von C., KRAUSE, B., H.-J.Zimmermann. **Advanced Fuzzy Logic Control of a Model car in Extreme Situations.** Fuzzy Sets and Systems, vol. 48 pp. 41-52, 1992.

ANDERSON, D.J. **Nutrition and Disease, looking for the link.** pp.29-77. USA, 1992.

ANDRES, R. **Ann Intern med.** 103 : 1030-3, 1985.

APTRONIX. **Inc - Fuzzy Logic - from Concept to Implementation.** 1993.

ASHLEY, K., RISSLAND, E.L. **Compare and Contrast, a Test of expertise.** In Proceedings of the DARPA Case-Based Reasoning Workshop, edited by J.L. Kolodner. San Francisco: Morgan Kaufman Publishers, 1988.

ASSIS, M. A. A. **Consulta de nutrição, controle e prevenção do colesterol elevado.** Florianópolis: Ed. Insular, Brasil, 1997.

- ATWATER, W.O. Methods and results of investigation on the chemistry and economy of foods. Washington D.C. US. **Department of Agriculture**. 1895; Bulletin, n.21.
- BALDINGER, K. O., RICHARDS, L. **Health & Nutrition**. God's Word for the biblical.y., 1999.
- BALINTIFY, J. L. **Menu planning by computer**, **Communications of the ACM**. Vol. 7, n.4, pp. 255-259, April, 1964.
- BANDEMER, H. & GOTTWALD, S. **Fuzzy sets, fuzzy logic, fuzzy methods with applications**. Copyright by John Wiley & Sons Ltd, Baffin Lane, Chichester, West Sussex PO 19 1ud, England. Reprinted nove. 1995.
- BARREIS, E.R. PROTOS: A Unified Approach to Concept Representation, Classification, and Learning. **Ph.D. Thesis**. Dept of Computer Science, University of Texas. Technical Report CS 88-10, Dept. of Computer Science, Vanderbilt University, Nashville, TN, 1988.
- BAREISS, E.R. & SLATOR, B.M.. From PROTOS to ORCA: Reflections on a Unified Approach to Knowledge Representation, Categorization, and Learning. Northwestern University, Institute for The Learning Sciences **Technical Report**. n. 20, 1991.
- BARRETO, Jorge Muniz **Inteligência Artificial. No limiar do século XXI**. Florianópolis: Duplic, 1997.
- BARTSCH, B.S., ALTHOFF, K.D., MEISSONNIER, A. Learning from and reasoning about case-based reasoning systems. University of Kaiserslautern. **Proceedings of the fourth German Conference on Knowledge- Based Systems**. 1997.
- BASSHAM, S.; FLETCHER, L. R.. Microcomputers and clinical dietetics. In: **Progress in human nutrition, frontiers of gastrointestinal research** . Karger: Ed. Basel, 1988.
- BATUR, C. and KASPARIAN V. Adaptive Expert Control. **International Journal of Control**. Vol. 54, No. 4, pp.867-881, 1991.
- BAXTER, Yara C., BORGHI, Roseli, MACULEVICIUS, Janete. Diagnóstico nutricional: criação, implantação e Perspectivas. **II Curso de Recentes Avanços em Unidade de Nutrição Hospitalar**. Hospital das Clínicas FMUSP, Divisão de Nutrição e Dietética, São Paulo, 1993.
- BENCH - CAPON, T, J. M.. Introduction to knowledge representation. In: **Knowledge representation na approach to artificial intelligence**. Academic press, The A. P. I. C. Series, n.32, 1990.
- BERARDENIS , L.A., Clear Thinking on Fuzzy Logic. **Machine Desing**. Abril 1992.
- BERNARD, J.A., Use of a Rule-Based System for Process Control. **IEEE Control System Magazine**. V. 8,n.5, pp. 3-13, outubro 1988.
- BHOGARAJU, P.V.V. A case-based reasoning for evaluating crop rotations in whole farm planning. **Master of science in entomology**. Blackburg, Virg. Thesis , July 31, 1996.

- BIESEMEIER, Chris; CHIMA, Cinda S. Computerized patient record: are we prepared for our future practice. **JADA**. 97 (10) 1099-1104, 1997.
- BIREME. Centro Latino- Americano e do Caribe de Informações em Ciências da Saúde. **Normas para apresentação e Dissertação e Tese**. São Paulo: Bireme, 1990. 45p.
- BLUMBERG, J. B.. Public health implications of preventive nutrition. In: **Preventive nutrition: the comprehensive guide for health professionals**. Humana Press Inc., Totowa, EUA, 1997.
- BONNEMOY, C.; HAMMA, S.B. **La méthode du recuit simulé Optimisation globale dans  $R^n$** . APII 25, pp 477 - 496, 1991.
- BORGES, P. S. **A model of strategy games based on the paradigm of the iterated prisoner's dilemma employing fuzzy sets**. Florianópolis: UFSC, 1996.
- BOULEAU, N. **Probabilités de l'ingénieur: variables aléatoires et simulation**. Editions Hermann, 1986.
- BRAE, M.; RUTHERFORD, D.A. **Selection of Parameters for a Fuzzy Logic Controller, Automatica**. V. 15, pp. 185-199, 1979 a.
- \_\_\_\_\_. **Theoretical and Linguistic Aspects of the Fuzzy Logic Controller, Automatica**. Vol. 15, pp. 553-577, 1979b.
- BREDBENNER, C. Computer Nutrient Analysis Software Packages: **Considerations for Selection**. Nutrition today, pp13-15. September/October, 1988.
- BRONNER, F. Nutrition and Health. Topics and Controversies. **Department of Biostructure and Function**. The University of Connecticut Health Center. Farmington, Connecticut. Florida, USA, 2000.
- BUCHAMAN, Bruce G., FORSYTHE, E. Diane. **Knowledge acquisition for Expert Systems. Some Fuzzy Sets and Suggestions**. IEEE: Transactions and Systems, Man and Cybernetics, v. 19, n. 3, May/June 1989.
- BUCKLEY, J.J., Fuzzy I/O Controller. **Fuzzy Sets and Systems**. pp. 127-137, 1991.
- BUZZARD, Marilyn et al.. Considerations for selecting nutrient-calculation software: evaluation of the nutrient database. **American Journal of Clinical Nutrition**. USA, n. 54, pp.7-9, 1991.
- CAETANO, G. McDONALD, R. **Godin London Incorporated**. London –Ontario, 1998.
- CAMARGO, K. G., THÉ, M. A.L., WEBER, R., MARTINS, A., BARCIA, R.M.. Design nutritional programs with case-based reasoning . Medical applications. **6<sup>th</sup> Germany Workshop on Case-Based Reasoning**. Berlin, March, 1998.



- CAMARGO, K.G. Inteligência Artificial Aplicada a Nutrição na Prescrição de Planos Alimentares. **Dissertação de Mestrado**. Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, Santa Catarina- Brasil, 1999.
- CAMERON, M.E., VAN, S.WA. **Manual methodology for food composition studies**. Oxford: Oxford University Press, 1998.
- CAO, C. AI developments in China. **IEEE Expert**. 10 (5), 6-7, 1995.
- CAO, Z., KANDEL, a., LI, L, A New Model of Fuzzy Reasoning. **Fuzzy Sets and Systems**. V. 36, pp. 331-325, 1990.
- CAVALCANTE, C.M.C. **Sistema de Navegação para Helicópteros não Tripulados Utilizando Controlador Nebuloso**. Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina. 1994.
- CHANG, S.S.L., ZADEH, L. A. On fuzzy mapping and control. **IEEE Transactions on Systems, Man and Cybernetics**. v. SMC-2, n. 1, pp. 30-34, January 1972.
- CHANG, T. **Network resources allocating using na expert system with fuzzy logic reasoning**. Berkeley: UCLA, 1987.
- CHIANG, B.J., LIANG. T.P. Fuzzy Indexing and Retrieval in case-based systems. **Department of Information Management National Sun Yat-Sen**. Taiwan: University, Kaohsiung, 1994.
- CHO, J-R., MATHEWS, R.C. Interactions between Mental Models used in Categorization and Experimental Knowledge of Specific Cases. **Journal of Experimental Psychology**. v.49A, pp.572-595, 1996.
- CIBERSOFT, Inc. Nutribase.com. Arizona-USA 2000.
- CIRAVAGNA, F., KUSHMERICK, N., MOONEY R. et al.. Editors Proceedings of the IJCAI-01. **Workshop on Adaptative Text Extraction & Mining**. 2001.
- COLTON, K. **Smart Guide to Healing Food**. USA, 1999.
- COPYRIGHT @ 1996- 2000, tech target.com, Inc. Al. rights reserved. Chp: **Fuzzy Logic Research and Life**.
- COSTELLO, F., KEANE, M.T. Alignment versus diagnosticity in the comprehension and production of combined concepts. **Journal of Experimental Psychology**. Language, Memory & Cognition, n.27, p.255-271. 2001.
- COULSTON, A.M. Obesity as an epidemic: Facing the chal.enge. **Journal of the American Dietetic Assossiation**. Supplement 2. v. 98, pp.6-14. October, 1998.
- COX, L. Nutrition solution. **Sick of not feeling well? Not exactly sick not as well as you'd like?** 1999.

CUNHA, F. Sistemas Especialistas. Online: <http://www.eps.ufsc.br/disserta/cunha/>. Arquivo capturado em 15 de maio de 1998.

CUNNINGHAM, P., BERGMANN, R., SCHMITT, S. et al.. "WEBSSELL: Intelligent Sales Assistants for the World Wide Web". **Kunstliche Intelligenz (KI)**. January, p.28-32. Arendtap, Bremen, Germany, 2001.

CZOGALA, E., PEDRYCZ, W., Fuzzy Rules Generation for Fuzzy Control, Cybernetics and Systems. **International Journal**. v. 13, pp. 275-293, 1982a.

\_\_\_\_\_, **Control Problems in Fuzzy Systems", Fuzzy Sets and Systems**. v. 7, pp. 257-273, 1982b.

DALEY, S. ; GILL, K.F., Attitude Control of a Spacecraft using an Extended Self-Organizing Fuzzy Logic Controller. **Proceedings of the Institute of Mechanical Engineers**. v. 201, n.C2, 1987.

\_\_\_\_\_, **A Desing Study of a Self - Organizing Fuzzy Logic Controller**. Proceedings of the Institute of Mechanical Engineers, v. 200, n . C1, pp. 59-69, 1986.

DELEEUW, E. R., WINDHAM, C., T., LAURITZEN, G., C. t al.. Developing menus to meet current Dietary Recommendations: implications e applications. **Journal of Nutrition Education**. v. 24 (3), pp:136-143, May/June, 1992.

DIET AND MENU PLANNERS. [www.shannonsoft.com](http://www.shannonsoft.com), 1998.

DOLLAHITE, J., FRANKLIN, D. MCNEW, R.. Problems encountered in meeting the Recommended Dietary Allowances for menus designed according to the Dietary Guidelines for Americans. **Journal of American Dietetic Association**. v. 95, n.3, pp:341-347, March 1995.

DUBOIS, D.; PRADE, H. **Basic Issues on Fuzzy Rules and Their Application to Fuzzy Control, presented at "Fuzzy Control Workshop" held in Sidney**. Austrália, 1991.

\_\_\_\_\_, D.; PRADE, H. An Introduction to Possibilistic and Fuzzy Logics. In: **Non-Standard Logics for Automated Reasoning**. pp. 288-326, Academic Press Limited, 1988.

DURKIN, J.. Expert systems design and development. **Prentice Hal**. USA, 1994.

DUTTA, S., BONISSONE, P. Integrating case and rule based reasoning. **International Journal of Approximate Reasoning**. n.8., 1993.

ECKSTEIN, Eleanor Foley. Menu planning by computer: the random approach. **Journal of American Dietetic Association**. v.51, pp. 529-533, 1967.

ELAZARI, Y., BAR-CHI, D. and SINUANY-STERM, Z.. Menu planning via computer simulation. **Computers, Environment and Urban Systems**. v.10, n.2, pp: 81-87, 1985.

ESTEEM- 1.4 de **Esteem Software Inc.**, 1994.

- FAHM, E.G.; JOCELYN, J. Changing behaviors to optimize women's health: **A multidisciplinary seminar**. n.7, v.98, pp.818-820. July, 1998.
- FERREIRA, Aurélio B. de H.. **Novo Dicionário Aurélio**. São Paulo: Ed. Nova Fronteira, 1975.
- FERRARIO, M.A., SMYTH, B. Collaborative Knowledge Management & Maintenance. In: **Proceedings of German Workshop of Case Based Reasoning**. Germany: Baden-Baden., p.14-15, 2001.
- FESKANICH, D., M. S.. Comparison of a computerized and manual method of food coding for intake studies. **Journal of American Dietetic Association**. USA, n. 10, v. 88, pp. 1263-1267, October, 1988.
- FOLGER, T.A. Fuzzy Sets, Uncertainty and Information. ,**Prentice-Hal**. New Jersey, 1988.
- FOREYT, J. P. The role of the behavioral counselor in obesity treatment. **Journal of the American Dietetic Association**. Supplement 27, v. 98, n.10, pp.27-37. October 1998.
- FRANK, Gail C. Guidelines for selecting a dietary analysis system. **Journal of American Dietetic Association**. USA, n. 1, v. 86, pp. 72-75, January, 1986.
- FRANK, H. A new axiom system of fuzzy logic. **Fuzzy set and systems**. n.77, pp.203-205 1996.
- FU, L. Knowledge Acquisition. In: **Neural networks in computer intelligence**. Mc Graw Hill, 1994.
- GANESHAN, K.; FARMER, J.. Menu planning system for a large catering corporation. **Proceedings of the Third International Conference on the Practical Application of Prolog**. Paris, França, 1995.
- GARNER, B. J., Larkin, C., Tsui, E.. Prototypical knowledge for case-base reasoning. **Proceedings: Case-Based Reasoning Workshop**. DARPA, maio de 1989.
- GARREL, J.M., et al.. Automatic diagnosis with genetic algorithms and CBR. **Artificial Intelligence in Engineering**. v. 13, n. 14 , pp. 367. 1999.
- GENTNER, D. ; SETEVENS, A. L. **Mental Models**. Hillsdale, N.J. LEA Inc.,1983.
- GEVARTER, W., B. **Artificial Intelligence, Expert Systems, Computer Vision and Natural Language Processing**. New Jersey, Noyes Publications, 1984.
- GIBSON, R. S. **Principles of Nutritional Assessment**. New York, Oxford- 1990.
- GOEL, Ashok K.; CHANDRASEKARAN, B. A task structure for Case-Based Design **IEEE**. 587-592, 1990.
- GREGGAINS, J., ROMANOWSKI, P. **Fit Happens**. New York-USA, pp. 171-195, 2000.

- GRUPE, F.H., URWILER, R. , RAMARAPU, N. et al.. The application of case-based reasoning to the software development process, pp 493-499. **Computer Information Systems**. University of Nevada, Reno, NV, 1998.
- GUPTA, M.M., TROJAFI, G.M. and KISZKA, J.B., Controlability of Fuzzy Control system. **IEEE Transactions on Systems, Man and Cybernetics**. v. SMC-16, n. 4, pp.576-583, July/August, 1976.
- HAMMOND, K. J.. CHEF: A model of case-based planning. **Proceedings of AAAI-86**. Cambridge, MA: AAAI Press/MIT Press, 1986.
- HAMMOND, K. J. Case-based planning: **Viewing planning as memory task**. Boston: Academic press. 1989.
- HEINISCH, R. H., WEBER, R., MARTINS, A., BARCIA, R. M.. Representing medical decision making strategies in a CBR system. **6<sup>th</sup> German Workshop on Case-Based Reasoning**. Alemanha, 1998.
- HIGASHI, M.; KLIR, G.J., Identification of Fuzzy Relations Systems. **IEEE Transactions on Systems, Man Cybernetics**. v. SMC-14, n. 2, pp.349-354, March/April, 1984.
- HINRICH, T.; KOLODNER, J..The roles of adaptation in case-based design. **Proceedings of AAAI-91**. Cambridge, MA: AAAI Press/MIT Press, 1991.
- HOP GOOD, Adrian A.. **Knowledge-based systems for engineers and scientists**. CRC Press, 1993.
- HORN, W.; POPOW, C.; MIKSCH, S. et al...Quicker, more accurate nutrition plans for newborn infants. **IEEE Intelligent Systems**. January/February, 1998.
- INNOCENT, P.R.; JOHN, R.I.; GARIBALD, J.M. The Fuzzy medical group in the Centre for Computational Intelligence. **Artificial Intelligence in Medicine**. 2001.
- JADA. **Journal of American Dietetic Association**. Position of American Dietetic Association: The role of nutrition in health promotion and disease prevention programs. v. 98, pp.205-208. February, 1998.
- \_\_\_\_\_. **Journal of American Dietetic Association** . TOM, R. et al.. Dietitian's advice aids people with hyperlipidemia. May, 1999.
- JAMA. Resumo do segundo relatório da comissão de especialistas do National Cholesterol Education Program (NCEP) sobre detecção, avaliação e tratamento de hipercolesterolemia no sangue em adultos (Comissão de Tratamento de adultos II). **JAMA**. v.4, n.1 Jan/Feb. 9p., 1994.
- JENNIFER, L. K.; WHITTEMORE, A.S.; EVANS, W.D.T. Methods In Observational Epidemiology. Second Edition. **New York-Oxford University Press**. p.244-245, 1996.
- JOHN, R.I.; MOONEY, G.J. Fuzzy User Modeling for Information Retrieval on the World Wide Web. **Knowledge and Information Systems**. n.3(1), p.81-95, 2001.

JPENBERG, J.I. A description of a new AI system with superior learning capabilities,. <http://tcw2.ppsw.rug.nl/~jorrit/ai/html>. 1999.

KANDELI, A., LANGHOLZ, G. **Hybrid Architectures for Intelligent Systems**. Ed. A. Kandel e G. Langholz, Boca Raton: CRC., 1992.

KEANE, M.T, SMITH, B., O'SULLIVAN, F. Dynamic similarity: A processing perspective on similarity. In: **U.Hahn & Ramscar, M. (eds.)**. Similarity & Categorisation. Cambridge: Cambridge University Press, 2001.

KICKERT, W.J.M; LEMKE, H.R.van Nauta. **Application of a Fuzzy Controller in a Warm Water Plant**. Automatica, v. 12, pp. 301-308, 1976.

\_\_\_\_\_, **Toward an Analysis of Linguistic Modelling**. Fuzzy Sets and System, v.2, pp.293-307, 1979.

KINDER, F..Meal management. **Macmillan**. New York, 1956.

KING, P.J. ; MANDANI, E.H., The Application of Fuzzy Control Systems to Industrial Processes. **Automatica**. vol. 13, pp.235-242, 1977.

KIRBY, D.; DUDEICK, S.J. **Practical Handbook of Nutrition in Clinical Practice**. CRC Press, Boca Raton, Florida, USA, 2000.

KLEIN, C.J., STANEK, G.S., WILES, C.E. Overfeeding macronutrients to critically ill adults: Metabolic complications. **Journal of the American Dietetic Association**. v.98, n.7, pp.795-819. July, 1998.

KLIR, G.J.; FOLGER, T.A., Fuzzy Sets, Uncertainty and Information. **Prentice-Hal**. New Jersey, 1988.

KLIR, G.J., YUAN, B. Fuzzy sets and fuzzy logic: **Theory and applications**. Upper Saddle River-NJ, Prentice-Hal., 1995.

KOLODNER, J. Selecting the Best Case for Case-Base Reasoner. In: **Proceedings of the Eleventh Annual Conference of the Cognitive Science Society**. Northvale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates, 1989.

\_\_\_\_\_. **Case-Base Reasoning**. San Mateo, CA, Morgan Kaufmann, 1993.

KOSKO, B., ISAKA, S. Fuzzy Logic. **Scientific American**. pp. 62-67, July-1993.

KOTON, P. Using experience in learning and problem solving. **Ph.D. Dissertation**. Department of Computer Science, MIT. 1989.

KRAUSE, K. L.; MAHAN, A .T. **Alimentos, Nutrição e Dietoterapia**. 8ª edição, Ed. Afiliada. 1995.

KRONHAUSEN, E., KRONHAUSEN, P. Formula for life. **The ultimate source book on nutritional supplements, healthy diet, disease prevention, and longevity**. pp.219-245. USA 1999.

KUSHMERICK, N., JOHNSTON, E., McGUINNESS, S. Information extraction by text classification. IJCAI-01. **Workshop on adaptive Text Extration and Mining**. Seattle, 2001.

LAKE, S.; JOHN, R.I. Patient Assessment in Nursing Care using Fuzzy Logic. **Nursing Informatics Conference**. Auckland, New Zealand, 2000.

LAIGHT, G. Donwside of the CBR. **Ghl@qad.com**, August, 20th, 1999.

LANO, K. Formal framework for Aproximate Reasoning. North-Holland. **Fuzzy sets and systems**. v.51, pp. 131-146, 1992.

LEAKE, David. CBR in context: the present and future. In: **Case-Based Reasoning Experience, Lessons & Future Directions**. Cambridge, AAAI Press, MIT Press, 1996.

LEE, C.C., Fuzzy Logic in Control Systems: Fuzzy Logic Controller - Part II. **IEEE Transitions on Systems, Man and Cibernetics**. v.20, n.2, pp.419-435, March/ April, 1990.

LEE, JK., SKIM, MY. Case-based learning for knowledge-based optimization modeling system: Unic-Case. **Expert Systems with applications**. n.6, pp.87-96, 1993.

LEE, R D. et al.. Comparison of eight microcomputer dietary analysis programs with the USDA NUTRIENT DATA BASE for standard reference. **Journal of American Dietetic Association**. USA, n. 8 , v 95, pp. 858-867, August, 1995.

LEE, L.G.L. Application of case-based reasoning to customer service. In: **Proceedings of the 3<sup>rd</sup> world congress on Expert systems**. pp.1143-1149, 1996.

LENZ, M; BURKHARD, H; PIRK, P. et al.. CBR for diagnosis and decision support. **AI Communications**. v.9, pp.138-146, 1996.

LI, L.L. **Knowledge-based problem solving: an approach to health assessment**. Indianapolis, IN. pp. 33-42. 1999.

LI, Y.F., LAU, C.C., Development of Fuzzy Algorithms for Servo Systems. **IEEE Control Systems Magazine**. pp. 65-72, April 1989.

LINDSAY'S, New Light Cooking. **Canadian Medical Association**. Canada, 1998.

LUCAS, P. Model-based diagnosis in medicine. **Artificial Intelligence in Medicine**. v.10, 201-208. 1997.

LUGER, G., STUBBLEFIELD, W.A. **Artificial Intelligence: Structures and strategies for complex problem solving**. The Benjamin Cummings Publishing Company, Inc. Redwood City, California, 1993.

\_\_\_\_\_. **Artificial Intelligence: Struture and strategies for complex problem solving**. Reading, MA: Addison Wesley, 1998.

MAHER, M. L.; GARZA; ANDRES, G. **Case-based reasoning in design, IEEE**. 34: 41, 1997.

MARK, M. **Nutrition Analysis Software**. Recipe Nutrition Software. 1999.

MARK, W. Case-based Reasoning for autoclave management. In Proceedings: **Workshop On Case-Based Reasoning (DARPA)**. Pensacola Beach, Florida. San Mateo, Ca: Morgan Kaufmann, 1989.

MARLING, C. Integrating case- based and rule based reasoning in knowledge-based systems development. **Ph.D.Thesis**. August, 1996.

\_\_\_\_\_. The Case-based menu planner (CAMP). Online:  
**<http://toros.ces.cwru.edu/~marling/camp.html>**, September, 1997.

MAURICE, S., OLSAN, J., SHIKE, M. et al. **Modern Nutrition in Health and Disease**. Ninth edition. Pennsylvania-USA, pp.95-104 and 895-937., 1999.

MCARDLE, W.O; KATCH; FRANK.I. Energia, nutrição e desempenho humano. In: **Fisiologia do Exercício**. pp. 3, Ed Afiliada, 1992.

McCAIN, R. A. Fuzzy confidence intervals in a theory of economic rationality. North Holland. **Fuzzy sets and systems**. v.23, pp. 205-218, 1987.

McCULLY, K., McCULLY, M. **Eat your way to health heart**. pp. 71-101. New York, NY, 1999.

McGINTY, L. SMYTH, B. Collaborative Case Based Reasoning: Applications in Personalised Route Planning. In: **Proceedings of the 4<sup>th</sup>. International Conference on Case Based Reasoning (ICCBR-01)**. Springer, Lecture Notes in Artificial Intelligence. Vancouver, Canada, 2001.

McKENNA, E. SMYTH, B. An Interactive Visualisation Tool for Case-Based Reasoners. **Journal of Applied Intelligence**. Special Issue on Interactive Case-Based Reasoning, n.14, p.95-114, 2001.

MEDSKER, L., Hybrid Inteligent Systems. pp 1-15, Boston. **Kluwer AC. Pub**. 1995.

MEISLER, J. G., St Jeor, S. T., Casey, V., Shapiro, A., Wynder, E. L., Proceedings of the roundtable on halthy weight. American Health Foundation. **Am. J. Clin. Nutr.** (63) supl 3, pp.409S-477S, 1996.

MENDEL, J. Fuzzy Logic Systems for Engineering: A Tutorial, In, Proc. Of the **IEEE**, 83(3), 1995.

MICOSOFT CORPORATION. **Encarta Encyclopedia 99**. Al.right reserved, computer, p. 18, 1999.

MINISTÉRIO DA SAÚDE, SECRETARIA EXECUTIVA, DATASUS. Tabela de Mortalidade CID10, óbitos por ocorrência por causa, faixa etária acima de 60 anos, ambos os sexos, período 1996. **On-line: <http://www.datasus.gov.br/cgi/tabcgi.exe?sim/dybr.def>**. 24 de Janeiro de 1998.

- MINSKY, M.. A framework for representation knowledge. In: Winston, P. (ed.). **The Psychology of computer vision**. McGraw-Hill, 1975.
- MIZUMOTO, M.; ZIMMERMANN, H. J. Comparison of Fuzzy Reasoning Methods , **Fuzzy Sets and Systems**. v. 8, pp. 253-283 82, 1982.
- MONTEIRO, J.B.; ESTEVES, E.A. **Diet Pro**. Universidade de Viçosa, 1999.
- MOORE, C.G.; HARRIS, C.J., Indirect Adaptative Fuzzy Control. **International Journal of Control**. v. 56, n. 2, pp. 441-468, 1992.
- MORRISON, G. HARK, L. Medical Nutrition and disease. **Blackwell Science Inc.** pp 3-8. USA 1996.
- MOURADIAN, W.. Knowledge Acquisition in a Medical Domain. **AI Expert**. pp. 35-38, July, 1990.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL. Recommended Dietary Allowances. 10<sup>th</sup> ed. pp. 26-29. Washington, DC: **National Academic Press**. 1989.
- NEURO FUZZY LOGIC. On-line: [http://www.ncs.co.uk/nn\\_fzy.htm](http://www.ncs.co.uk/nn_fzy.htm). 2000.
- NICK, M., TAUTZ, C. Practical Evaluation of an Organizational Memory using the goal-Question- Metric Technique. In: **Proceedings of the 5<sup>th</sup> German Conference on Knowledge- Based Systems (XPS-99)**. March 1999.
- NONAS, C. A . A model for chronic care of obesity through dietary treatment. **Journal of the American Dietetic Association**. Supplement 2, v. 98, pp.16-22. October, 1998.
- NUTRIGENIE, software for better health. 1998. On-line: <http://pages.prodigy.com/ca/nutrigenie/home.html>.
- NUTRISTRATEGY. Nutrition and fitness software by nutristrategy. On-line: <http://www.nutristrategy.com/>, 1999.
- NUTROBICS. **Personal Trainer**. L.L.C. Oakton, VA. 2000.
- OLSON, J. E. and REUTER, H. H.. Extracting expertise from experts: methods for knowledge acquisition. **Expert Systems**. v. 4, n. 84, pp. 231-259, 1997.
- OXMAN, R.; VOSS, A. CBR in design. **AI Communications**. v.9, pp.117-127, 1996.
- PADILLA, G.V. O papel da nutrição na qualidade de vida. **Atualidades dietéticas**. Abbot, Ano I, (2), Agosto de 1994.
- PAPPIS,C.P.; MANDANI,E.H. A Fuzzy Logic Controller for a Trafic Junction. **IEEE Trasaction on Systems, Man and Cybernetics**. v. SMC-7, n.10, pp. 707-717, October, 1977.
- PARTHIBAN, J. Fuzzy Logic and Its uses, article 1. **The revolutionary computer tecnology that is changing our world**. 2000.



PEDRYCZ, W. An Approach to the Analysis of Fuzzy System. *International Journal of Control*, v.34, n.3, pp. 403-421, 1981

\_\_\_\_\_. Structured Fuzzy Models. **Cybernetics and Systems: an International Journal**. v. 16, pp. 103-117, 1985.

\_\_\_\_\_. **Fuzzy Control and Fuzzy Systems**. Research Studies Press Ltda, Jonh Wiley, New York, 1989.

PENNINGTON, J.A.T.. Methods for obtaining food consumption information. In: **Monitoring Dietary Intakes**. Springer-Verlag, 1991.

\_\_\_\_\_. **Journal The American Dietetic Association**. The essential Guide to Nutrition & the Foods, 1999.

PETOT, G. J., MARLING, C. **J. Am. Diet Assoc.** 1998, v. 98: pp.1009-1014.

PIN, H. Enviromental Nutrition. **Understanding the link between Environmental, food anality, and disease**. 1999.

PISUNYER, F. Health implications of obesity. **Am J Clin Nutr.** v.53, pp.1595S-1603S, 1991.

PLANT, R. E., STONE, N.D. Knowledge-based systems in agriculture. **McGraw-Hill, Inc.** New York, 1991.

PLAZA, E., AAMODT, A.. Case-Based Reasoning: Foundational Issues. Methodological Variations, and System Approaches. **AI Communications**. v.7, n.1, pp.39-59, 1994.

POULIOT, M. C. et. al.. Waist Circunference and Abdominal Sagittal Diameter: Best Simple Anthropometric Indexes of Abdominal Visceral Adipose Tissue Accumulation and Related Cardiovascular Risk in Men and Women. **The American Journal of Cardiology**. v.73, pp.460-468. March 1, 1994.

RABKING, S.W. et al.. Risk factor correlates of body mass index. **Canadian Medical Association**. v. 1, pp s26-s31. July 1998.

RABUSKE, R.A. **Inteligência Artificial**. 1.ed. Florianópolis: Editora da UFSC, 1995.

RAFTER, R., SMYTH, B. Passive Profiling from Server Logs in an Online Recruitment Environment. In: **Proceedings of the IJCAI Workshop on Intelligent Techniques for Web Personalisation (ITWP)**. Seattle, Washington, USA. 2001.

RAIDL, M. et al.. Computer-assisted instruction improves clinical reasoning skills of dietetics students. **JADA**. v. 95, n.8, pp.868: 873, 1995.

RAY, K.S., MAJUNDER, D.D., Application of Circle Criteria for Stability of Linear SISO and MIMO Systems associates with Fuzzy Logic Controller. **IEEE Transaction on systems, Man and Cybernetics**, v. 14, n.2, pp. 343-355, March/April, 1984.

RAZOWSKI, S. J., MORENO, M.. Effect of westernization of nutritional habits on obesity in Latin America. In: **Preventive Nutrition: The Comprehensive Guide for Health Professionals**. Human Press Inc., EUA, 1997.

RDA- Recommended Dietary Allowances, by The National Academy of Science. **Nacional Academy Press**. Washington, D.C. 1989.

REIS, N.T.. Ações em nutrição clínica. **Anais Congresso Brasileiro De Nutrição**. Blumenau, SC, 1991.

REISTEIN, C.S.B. Diet Win, Versão Produção. **Brubins Comércio de Alimentos e Supergelados**. 1993.

RICH, E. **Inteligência Artificial**. 2.ed. São Paulo: Makron Books, 1993.

RICHARD, F. The Nutraceutical Revolution. Riverhead Books. **Penguin Putnam Inc**. New York-USA, 1998.

RICHARDS, L. Health and Nutrition . God's Word for the biblical. **y- INEPT series**. April, 1999.

RIESBECK, C. K.; SCHANK, R. C.. Inside Case-Based Reasoning. **Lawrence Erlbaum Associates Publishers**. New Jersey, 1989.

ROGERS, E.. AI and the changing face of health care. **IEEE Intelligent Systems**. January/February, 1998.

ROGERS, P. FODA- The food database, nutrition and diet monitoring software. **University of Georgia**. USA, 1997.

RÓNAI, P. **Dicionário Universal Nova Fronteira de Citações**. Ed. Nova Fronteira, 1985.

ROSS, T. J. **Fuzzy logic with engineering applications**. New York: Mc Graw-Hill, 1995.

ROSS, J. M.A. The Diet Cure. The 8- step program to rebalance your body chemistry and end food cravings, weight problems, and mood swings-now. **Published by the Pequim grup**. New York-USA 1999.

RUTHERFORD, D.A., BLOORE, G.C., The Implementation of Fuzzy Algorithms for Control. **Proceedings of the IEEE**. pp. 572-573, April 1976.

RYAN, T., et al.. Dietitian's Advice aids people with hyperlipemia. **Journal of American Dietetic Association**. May ,1999.

SACHIKO T. ST JEOR. New Trends in Weight Management. **Journal of the American Dietetic Association**. v. 97, pp.1096-1098, n.10. October ,1997.

SBA TECHNOLOGIES, Montreal (Quebec), copyright 1999. On-line: <http://www.sabatechnologies.com/gazette.html>.

SCHANK, R. **Dynamic Memory: A theory of learning in computers and people.** New York: Cambridge Univ. Press, 1982.

SCHANK, R.; KASS, A.; RIESBECK, C. Inside case-based explanation. **Lawrence Erlbaum Assoc.** Hillsdale, N.J., 1994.

SCHMIDT, R.; GIERL L. The roles of prototypes in medical case-based reasoning systems. **3th Germany Workshop.** 1995.

SCHNEIDER, M; KANDEL, A; LANGHOLZ, G; et. al.. **Fuzzy Expert System Tools.** England, John Wiley & Sons Ltda, 1996.

SELF, K., Designing with Fuzzy Logic. **IEEE Spectrum** pp. 42-44 e 105, November 1990.

SMYTH, B., KEANE, M.T. CUNNINGHAM, P. Hierarchical Case-Based Reasoning: Integrating Case-Based and Decompositional Problem-Solving Techniques for Plant-Control Software Design. **IEEE Transactions on Knowledge and Data Engineering.** 2001.

SHAO, S., Fuzzy Self - Organizing Controller and its Application for Dynamic Processes. **Fuzzy Sets and Systems.** v. 26, pp. 151-164. 1988.

SHAREWARE Diet aid ver.3.0. **Shannon software.** ltd. 1997.

SIMOUDIS, E.. Special Issue on Case-Based Reasoning. **International Journal of Expert Systems.** v.4, n. 2, 1991.

SOWA, J. F. Conceptual Structure: Information Processing. In: **Mind and Machine.** Addison-Wesley, Reading, 1984.

SPEARS, M. C. **Foodservice organizations: a managerial and systems approach.** 3rd ed., Macmillan, New York, 1995.

ST JEOR, S. T.. New trends in weight management. **J Am Diet Assoc.** v.10, n. 97, pp:1096-1098, 1997.

STARE, F., WHELAN, E.. Fad-free nutrition. **Publishers Press.** Canadá, 1998.

SUGENO, M.; NISHIDA, M., Fuzzy Control of Model Car. **Fuzzy Sets and Systems.** v. 16, pp. 103-113, 1985.

SUGENO, M.;KANG, G.T., Fuzzy Modeling and Control of Multilayer Incineration. **Fuzzy Sets and Systems.** v. 18, pp. 329-346, 1986.

TAKAGI, T.; SUGENO, M., Derivation of Fuzzy Control Rules from Human Operator's Control Actions, in Proc. Of the IFAC Symp. **On Fuzzy Information Knowledge Representation and Decision Analysis.** Marseills, France, pp. 55-60. July 1983.

\_\_\_\_\_. Fuzzy Identification of Systems and its Application to Modeling and Control. **IEEE Transactions on Systems.** Man and Cybernetics, v. SMC- 15, n. 1, pp. 116-132, January/February 1985.

TANAKA, K., SUGENO, M., Stability Analysis and Design of Fuzzy Control Systems. **Fuzzy Sets and Systems**. v. 45, pp. 135-156, 1992.

TANG, K.L., MULHOLLAND, R.J., Comparing Fuzzy Logic with Classical Controller Design. **IEEE Transaction on Systems, Man and Cybernetics**, v. SMC- 17, n. 6, pp. 1085-1087, November/December, 1987.

THE CANADIAN OXFORD DICTIONARY. **The foremost authority on current canadian english**. Thumb Index edition, edited by Katherine Barber . Toronto Oxford- New York. Oxford University Press, 1998.

THE, M.A.L., BELL, R.C., GAVRA, K. et al.. Case-based Reasoning for nutrition Consulting. **Accepted to Publication on Experimental Biological 99**. April 17 to 21, 1999. Washington, DC.

THE, M.A.L., CAMARGO, K.G., MARTINS, A. et al.. Case Based Reasoning for Consulting. In: **Applications & Innovations in Intelligent Systems VII**. Ellis, R., Moulton, M. & Coenen, F. (Eds.) pp.180-190. Springer-Verlag, London, England. December, 13 to 15, 1999.

THE National Heart, Lung, and Blood Institute Expert Panel on The Identification, Evaluation, and Treatment of Overweight and Obesity in Adults. **Executive summary of the clinical guidelines on the identification, evaluation, and treatment of overweight and obesity in adults**. 1998.

TOGAI, M., WANG, P.P., Analysis of a Fuzzy Dynamic System and Synthesis of its Controller. **International Journal**. Man- Machine Studies, v. 22, pp. 335-363, 1985.

TOGAI, I., Motor Control: Fuzzy Logic Wins out over Classical Method. Mailing list **fuzzy\_server @til.com**, 1992.

TONG, R.M., Analysis of Fuzzy Control Algorithms using the Relation Matrix. **International Journal**. Man-Machine Studies, n. 8, pp. 679-686, 1976.

\_\_\_\_\_. Analysis and Control Fuzzy Systems using Finite Discrete Relations. **International Journal of Control**. v. 27, n. 3, pp. 431- 440, 1978a.

\_\_\_\_\_. Synthesis of Fuzzy Models for Industrial Processes - some Recent Results. **International Journal General Systems**. v. 4, pp. 143-162, 1978b.

\_\_\_\_\_. Some Properties and Fuzzy Feedback Systems. **IEEE Transactions on Systems, Man Cybernetics**, v. SMC-10, n.6, pp.327-330, June 1980.

TUCKER. L.A ., FRIEDMAN, G.M. Obesity and absenteeism: Na epidemiological study of 10,825 employed adults. **American Journal of Health Promotion**. v.12, January/February 1998.

TUCUNDUVA, S.P. **Virtual Nutri**. São Paulo: Universidade de São Paulo, 1997.

U.S. DEPARTMENT OF AGRICULTURE, Human Nutrition Information Service, The Food Guide Pyramid, Home and Garden Bulletin Number 252. **U. S. Government Printing Office**. Washington, DC, 1981.

\_\_\_\_\_. **Ideas for better eating: manus and recipes to make use of Dietary Guidelines, Science and education Administration, human Nutrition**. U. S. Government Printing Office, Washington, DC, 1981.

UMEDA, Yasushi and Tomiyama, Tetsuo, Functional reasoning in design. **IEEE Expert**. March-April, 42-56, 1997.

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO (USP). PHILIPPI, S. T., LATERZA, A. R., CRUZ, A. R., FISBERG, R. M. **Pirâmide alimentar adaptada**. (folheto) 1998.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA (UFSC). Pós graduação em engenharia de produção. **Raciocínio Baseado em Casos: por Rosina Weber** (apostila), agosto de 1997.

VAN DE RHEE, F. H.R.; VAN, N.; LEMKE, J.G.. Knowledge Based Fuzzy Control of Systems. **IEEE Transactions on Automatic Control**, v. 35, n.2, pp. 148-155, February 1990.

WANNAMETHE, S. G., Healthy lifestyles encourages healthy old age. **Arch. Intern. Med.** v. 158, pp. 2433-2440, December, 1998.

WASSERMAN, D., STAHLER, C. Meatless meals for working people. **Quick and easy vegetarian recipes**. pp 8-33. 1998.

WATERMAN, D.A. A guide to expert systems. **Addison-Wesley Publishing Co**. 1986.

WATSON, Ian. Applying Case-Based Reasoning. **Techniques for Enterprise Systems**. Morgan Kaufmann, California, 1997.

WEBER, R.. Intelligent Jurisprudence Research. **Tese Doutorado**. Florianópolis-SC, 1998.

WEIL, A. Eating well for optimum health. **The essential guide to food, diet, and nutrition**. 1 edition. pp.31-124. New York- USA. 2000.

WENCK, D. A., Baren, M. and Dewan, S. P. Nutrition: the challenge of being well nourished. 2<sup>nd</sup> ed. **Reston Publishing**. Reston, VA, 1983.

WETC, Hiper Librarian. On-line: <http://itri.loyola.edu/kb/c5-s4.html>. 2000.

WHEELER, R., BEALES, PETER, F. **The WHO/CTD System for Intelligent Anaemia**. Malaria Risk Assessment. 1992.

WHIRNEY, E.N., RADY, S. Understanding Nutrition. Seven edition. **Appendice E**. pp. E1-E38. Minneapolis/St. Paul- USA, 1996.

WHO. WORLD HEALTH ORGANIZATION. Energy and Proteins Requirements: Technical report series 724. **FAO/OMS/UNU**. pp.77-92, 1985.

\_\_\_\_\_. Diet, nutrition and prevention of chronic diseases. Report of a WHO study group. **WHO Technical report Series**. N.797. Geneva: World Health Organization, 1990.

\_\_\_\_\_. Obesity: **Prevention and Managing the global Epidemic**. Geneva, 1998.

WIGGINS, Ralphe. Docking a truck fuzzy; a genetic approach. **AI Expert**. p.29, May, 1992.

WILLS, J. **The foof bible**. USA, 1999.

WIRSAM, B., UTHUS, E.D The use of fuzzy logic in nutrition education. **Tektran United Department of Agriculture**. 1999.

XU, C.; LU, Y.. Fuzzy Model Identification and Self-Learning for Dynamic Systems. **IEEE Transactions on Systems**. Man and Cybernetics SMC -17, n.4, pp. 683-685, November/December, 1987.

YANG, N.. An expert system on menu planning. **M.S. Thesis**. Department of computer engineering and science, Case Western Reserve University, Cleveland, OH, 1989.

ZADEH, L.A., Outline of a New Approach to the Analysis of Complex Systems and Decision Processes. **IEEE Transactions on Systems**. Man and Cybernetics, vol. SMC-3, n. 1, pp. 28-44, January 1973.

\_\_\_\_\_. Making Computers Think like People. **IEEE Spectrum**. pp. 26-32, August 1984; Academic Publishers, 1992.

ZADEH, K.S., GRUNDRISS, K. **Fuzzy Theorie**. 1998 ( in preparation).

ZADEH, K.S. Advances in fuzzy theory. **Artificial intelligence in medicine**. n.15, pp.309-323, 1999.

ZIMMERMAN, M.C.N. The A.D.D. **Nutrition solution**. New York-USA. pp 97-234, 1999.

## **ANEXOS**

## ANEXO I

Aqui estão demonstrados os questionários elaborados pela Pell Health Survey e aplicados nesta pesquisa:

**1. Quanto ao sexo tem duas alternativas: Qual o sexo?**

Masculino

Feminino

**2. Que ano você nasceu?**

**3. Você poderia me informar quanto você pesa?**

Resposta é dada em kg.

**4. Quanto você mede?**

A resposta é dada em centímetros.

**5. IMC (% kg/ m<sup>2</sup>)**

Através das respostas referentes aos dados de peso/altura foi calculado o IMC, internamente no sistema respeitando os valores resposta em Lógica Difusa.

<b>Valores reais de IMC</b>	<b>Classificação baseada na experiência do especialista</b>
< 12 - 15.5	Desnutrido de III grau
15 - 17.5	Desnutrido de II grau
17 - 19	Desnutrido de I grau
18 - 25.5	Normal
25	Sobrepeso
30 - 40	Obesidade
39 >	Extrema Obesidade



Valores determinados em Lógica Difusa pelo especialista em estudo Desnutridos I, II ,III

**IMC**                      **Valores fuzzy dados pelo especialista**

12	0.0
13	0.2
14	0.3
15	0.4
16	0.5
17	0.6
18	0.7
19	0.8
20	0.9

**NORMAL**

**IMC**                      **Valores fuzzy dados pelo especialista**

19	0.0
20	0.2
21	0.3
22	0.4
23	0.5
24	0.6
25	0.7
26	0.8

**SOBRE PESO E OBESIDADE**

<b>IMC</b>	<b>Valores fuzzy dados pelo especialista</b>
27	0.0
28	0.0
29	0.0
30	0.1
31	0.2
32	0.3
33	0.4
34	0.5
35	0.6
36	0.7
37	0.8
38	0.9
39	1.0

**EXTREMA OBESIDADE**

<b>IMC</b>	<b>Valores fuzzy dados pelo especialista</b>
39	0.0
40	0.1
41	0.2
42	0.4
43	0.6
44	0.8
45	1.0

## ANEXO II

### **Inquérito de consumo alimentar.**

Aqui está demonstrado o questionário da Avaliação Nutricional Realizado pela Instituição Pell Heart.

### **13 perguntas que refletem bons e maus comportamentos.**

Estas perguntas foram selecionadas através do questionário da Pell Hearth Survey.

As respostas para essas perguntas são: frequentemente, algumas vezes, raramente ou nunca.

1. Que frequência você come bacon e salsicha ou outras carnes processadas?
2. Com que frequência você come peixe frito ou nuguetes de peixe?
3. Com que frequência você come frango frito?
4. Com que frequência você come carne vermelha com a gordura aparente?
5. Com que frequência você come frutas frescas como opção de lanches?
6. Com que frequência você bebe leite integral?
7. Com que frequência você come vegetais crus como opção de lanche?
8. Com que frequência você come vegetais sem manteiga, margarina ou óleo?
9. Com que frequência você come frutas como opção de sobremesa?
10. Com que frequência você come chocolate ou doces?

11. Com que frequência você come espaguete ou noodles com carne, manteiga ou molho de queijo?
12. Com que frequência você come carne moída extra magra?
13. Com que frequência você come donuts, bolachas, bolos ou pastelarias?

**Fatores:**

As perguntas foram direcionadas a abstrair do indivíduo comportamentos alimentares bons e maus. Para isso, a Pell dividiu as respostas em Fatores que refletissem esses comportamentos. Onde os fatores de 1 a 5 refletem os bons e maus comportamentos e através deles teremos um Diagnóstico Nutricional.

- Fator 1 = São respostas que refletem o comportamento que Evita Gordura (bom comportamento)
- Fator 2 = Reflete consumo de Fast food (mal comportamento)
- Fator 3 = Reflete alto consumo de gordura tradicional (mal comportamento)
- Fator 4 = Reflete um consumo baixo de gordura em substituição do alto consumo de gordura (bom comportamento)
- Fator 5 = Reflete comportamento de modificação de carnes para reduzir gordura (bom comportamento)

As perguntas foram selecionadas em 5 fatores, os quais refletem bons ou maus comportamentos. Fatores 1, 4 e 5 significam bons comportamentos e fatores 2 e 3 significam maus comportamentos.

## Fatores

Agora, para cada comportamento refletido demos uma Valor Fuzzy

a) Fator 1 = Evita gorduras, (bom comportamento)

Para estes fatores os valores Fuzzy foram:

Freqüentemente- 0.2	Máximo- 0.8
---------------------	-------------

Algumas Vezes- 0.1	Mínimo- 0.2
--------------------	-------------

Raramente ou nunca- 0.05

b) Fast foods (mal comportamento)

Freqüentemente- 0.2	Máximo - 1.0
---------------------	--------------

Algumas Vezes- 0.1	Mínimo. - 0.25
--------------------	----------------

Raramente ou nunca- 0.05

c) Alto consumo de tradicionalmente de gorduras (mal comportamento)

Freqüentemente- 0.2	Máximo - 0.6
---------------------	--------------

Algumas vezes- 0.1	Mínimo - 0.15
--------------------	---------------

Raramente ou nunca- 0.05

d) Baixo consumo de gordura substituído por alto teor de gordura na alimentação (bom comportamento)

Freqüentemente- 0.2	Máximo. - 0.8
---------------------	---------------

Sometimes- 0.1	Mínimo. - 0.2
----------------	---------------

Raramente ou nunca - 0.05

e) Modificando o tipo de carne para reduzir gordura ( bom comportamento)

Freqüentemente- 0.2

Máximo. - 0.6

Algumas vezes- 0.1

Mínimo.- 0.15

Raramente ou nunca- 0.05

### **Perguntas sobre Atividade física**

Todas essas perguntas foram selecionadas da pesquisa feita pela Pell Health Survey:

Elas refletem a atividade ou inatividade física, quanto a frequência, duração e intensidade.

1. Primeiramente, que tipo de seguimento melhor descreve seu padrão de atividade física?

Não Ativo

Exercício leve

Moderado

Pesado

Extremamente pesado

2. Numa semana típica, qual a frequência de sua atividade física?

Você diria, diariamente ou quase todos os dias, cinco vezes por semana, uma ou duas vezes por semana, ou poucas vezes ao mês?

Diariamente ou quase todos os dias

3-5 vezes por semana

1-2 vezes por semana

cinco vezes ao mês

3. Nos dias que você está ativo, em uma média de minutos, quantos minutos você usualmente gasta fazendo atividade física?

1-10'

15'

20'

30'

31' - 50'

60'

90'

120'

180'

301' ou mais que 5 horas

### **Valores Fuzzy para Atividade Física**

Esses valores foram dados pela a especialista em estudo

**Quanto a Intensidade**                      **Valores fuzzy dados pelo especialista**

Não Ativo	0.0
Atividade Leve	0.4
Atividade Moderada	0.6
Atividade Pesada	0.8
Atividade Extremamente Pesada	1.0

**Quanto a Frequência**                      **Valores fuzzy dados pelo especialista**

Diariamente	0.4
3X5 por semana	0.6
1X2 por semana	0.8
Poucas vezes ao mês	1.0

**Quanto a duração**                      **Valores fuzzy dados pelo especialista**

Leve	0.6
Moderado	0.8
Pesado	1.0



## Estado de Fumante

Essas perguntas referem-se também a seleção feita pela Pell Health Survey.

1. Quantos cigarros ou outro produto a base de tabaco você usualmente fuma por dia?

Respostas serão dadas em número (valores quantitativos) de cigarros fumados.

2. Por favor selecione, na lista abaixo, qual o estado que melhor descreve seu corrente estado de fumar?

Não fuma > 6 meses

Parou de fumar

Não pretende parar de fumar

### Estado de fumante      Valores fuzzy dados pelo especialista

Número de cigarros		Pesos
Leve - Número de cigarros/dia (1.0 - 7)		0.3
Moderado -      “	(5.0 - 12)	0.6
Alto-      “	(10 - 20)	0.8
Pesado -	(18 - >60)	1.0

## Doença Coronarianas

Essas perguntas foram selecionadas pela Pell Heart Survey

- 1- Da última vez que você mediu sua pressão arterial estava alta, baixa ou normal?

**Possíveis Respostas    Valores fuzzy dados pelo especialista**

Alta	0.9
Baixa	0.6
Normal	0.3

- 2- O que você faz para controlar sua pressão arterial?

**Possíveis respostas    Valores fuzzy dados pelo especialista**

Toma remédio	0.2
Usa menos sal	0.4
Evita stress	0.5
Aumenta exercício	0.9
Modifica nutrição em geral	0.8

- 3- A última vez que mediu seu colesterol foi alto, baixo ou normal?

**Possíveis respostas    Valores fuzzy dados pelo especialista**

Alto	0.9
Baixo	0.6
Normal	0.3



## ANEXO III

## - Exemplo de Casos -

**CASO 1****Sexo:** Feminino**Idade:** 28 anos**Peso atual:** 57,1kg**Altura:** 1,63m**IMC:****Cintura:** 68cm**Quadril:** 97cm**Relação cintura/quadril:****Circunferência abdominal:** 85cm**Atividade física:** leve – moderada**TMB:****GET:****Antecedentes médicos:** nada digno de nota**Antecedentes familiares:** nada digno de nota**Medicações:** nenhuma**Alergias alimentares:****Preferências alimentares:** nenhuma em especial**Hamatócrito:****Colesterol:****Triglicérides:****Anamnese alimentar:****Número de refeições/dia:** 5

<b>Refeição</b>	<b>Tipo de alimento</b>	<b>Quantidade</b>
Desjejum	Café com leite Pão de forma light Requeijão	1 xícara de café 1 fatia
Lanche	Doce	1 unidade
Almoço	Arroz Carne bovina Couve flor	2 col. de sopa 2 a 3 col. de sopa
Lanche	Não	
Jantar	Café com leite Pão de forma light Requeijão	1 xícara de café 1 fatia
Ceia	Café com leite Pão de forma light	

**CASO 2****Sexo:** Feminino**Idade:** 37 anos**Peso atual:** 58,2kg**Altura:** 1,50m**IMC:****Cintura:** 80cm**Quadril:** 103cm**Relação cintura/quadril:** 0,77**Circunferência abdominal:****Atividade física:** leve**TMB:****GET:****Antecedentes médicos:** nada digno de nota**Antecedentes familiares:** obesidade e cardiopatia**Medicações:** nenhuma**Alergias alimentares:****Preferências alimentares:** nenhuma em especial**Glicemia em jejum:** 86**Hemoglobina:****Hamatócrito:** 38%**Colesterol:** 143**Triglicérides:** 130**Anamnese alimentar:****Número de refeições/dia:** 2

Refeição	Tipo de alimento	Quantidade
Desjejum	Não faz	
Lanche	Não faz	
Almoço	Não faz	
Lanche	Não faz	
Jantar	Arroz Feijão Linguiça Verduras	
Ceia	Não faz	

**CASO 3****Sexo:** Feminino**Idade:** 46 anos**Peso atual:** 55,5kg**Altura:** 1,54m**IMC:****Cintura:** 78cm**Quadril:** 91cm**Relação cintura/quadril:** 0,85**Circunferência abdominal:** 93cm**Atividade física:** leve**TMB:****GET:****Antecedentes médicos:** dislipidemia**Antecedentes familiares:** nada digno de nota**Medicações:** nenhuma**Tabagismo:****Alcoolismo:****Alergias alimentares:****Preferências alimentares:** não gosta de tomate**Glicemia em jejum:****Hemoglobina:****Hamatócrito:****Colesterol:****Triglicérides:**

**Anamnese alimentar:****Número de refeições/dia: 6**

<b>Refeição</b>	<b>Tipo de alimento</b>	<b>Quantidade</b>
Desjejum	Mingau com leite desnatado Pão integral Margarina	1 xícara de café 1 fatia
Lanche	Pera	1 unidade
Almoço	Arroz Feijão Carne bovina Abobrinha cozida Alface Azeite de oliva	2 col. de sopa 1 concha 1 bife pequeno 3 colheres de sopa 5 folhas 1 colher de sopa
Lanche	Salada de frutas: Laranja Melão Melancia Kiwi	
Jantar	Queijo desnatado Pão integral Salada com maionese Becel	1 xícara de café 1 fatia
Ceia	Salada de frutas Laranja Melão Melancia Kiwi	

**CASO 4****Sexo:** Feminino**Idade:** 36 anos**Peso atual:** 59,3kg**Altura:** 1,59m**IMC:****Cintura:** 71cm**Quadril:** 96cm**Relação cintura/quadril:****Circunferência abdominal:** 86cm**Atividade física:** leve**TMB:****GET:****Antecedentes médicos:** nada digno de nota**Antecedentes familiares:** nada digno de nota**Medicações:** nenhuma**Alergias alimentares:****Preferências alimentares:** nenhuma em especial**Glicemia em jejum:****Hemoglobina:****Hamatócrito:****Colesterol:****Triglicérides:****Anamnese alimentar:****Número de refeições/dia:** 4

<b>Refeição</b>	<b>Tipo de alimento</b>	<b>Quantidade</b>
Desjejum	Café com leite desnatado	1 xícara de café
	Adoçante artificial	1 sachet
	Pão francês	1 unidade
	Nata	1 colher de chá
	Queijo colonial	1 fatia
Lanche	Suco de mamão com laranja	1 copo
Almoço	Arroz	2 col. de sopa
	Feijão	1 concha
	Frango	1 filé de peito
	Salada de batata	2 colheres de sopa
	Maionese	1 colher de sopa
	Musse de chocolate	1 porção pequena
Jantar	Vitamina de mamão com leite	1 copo grande
	Pão francês	1 unidade
	Nata	1 col. de chá
	Crepe de frango	1 unidade
Ceia	Não faz	



## ANEXO IV

### Construção do sistema usando RBC e Lógica Difusa

Primeiro passo, selecionou-se todas as variáveis dependentes e independentes

MC

Avaliação Nutricional

Atividade Física

Estado de fumante

Pressão arterial

Colesterol total

Sexo

Idade

Peso

Altura

Diagnóstico

Posteriormente, por importância de recuperação, foram valoradas.

**Variáveis dependentes:**

(Pesos)	(Variáveis)
1.0	IMC
0.8	Atividade Física
0.7	Avaliação Nutricional

**Variáveis Independentes**

(Pesos)	(Variáveis)
0.6	Estado de Fumar
0.5	Pressão Arterial
0.4	Colesterol
0.3	Sexo
0.2	Idade
0.1	Peso
0.1	Idade