

INTEGRAÇÃO ENTRE ESTRUTURAÇÃO DE PROBLEMAS E PROGRAMAÇÃO
MULTIOBJETIVO PARA A PRESCRIÇÃO DE DIETAS PARA PACIENTE COM
INSUFICIÊNCIA CARDÍACA CRÔNICA – UMA ABORDAGEM ATRAVÉS DA
MULTIMETODOLOGIA

Claudio Roberto Samanez Bisso

Dissertação de Mestrado apresentada ao
Programa de Pós-graduação em Engenharia
Produção, COPPE, da Universidade Federal do
Rio de Janeiro, como parte dos requisitos
necessários à obtenção do título de Mestre em
Engenharia de Produção.

Orientadores: Marcos Pereira Estellita Lins
Maria Stella de Castro Lobo

Rio de Janeiro
Dezembro de 2012

INTEGRAÇÃO ENTRE ESTRUTURAÇÃO DE PROBLEMAS E PROGRAMAÇÃO
MULTIOBJETIVO PARA A PRESCRIÇÃO DE DIETAS PARA PACIENTE COM
INSUFICIÊNCIA CARDÍACA CRÔNICA – UMA ABORDAGEM ATRAVÉS DA
MULTIMETODOLOGIA

Claudio Roberto Samanez Bisso

DISSERTAÇÃO SUBMETIDA AO CORPO DOCENTE DO INSTITUTO ALBERTO
LUIZ COIMBRA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA DE ENGENHARIA
(COPPE) DA UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO COMO PARTE
DOS REQUISITOS NECESSÁRIOS PARA A OBTENÇÃO DO GRAU DE MESTRE
EM CIÊNCIAS EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO.

Examinada por:

Marcos Pereira Estellita Lins, D.Sc.

Ângela Cristina, D.Sc.

Maria Stela Castro Lobo, D.Sc.

Samuel Jurkewicz, D.Sc.

Reinaldo Moribito, D.Sc.

RIO DE JANEIRO, RJ - BRASIL

DEZEMBRO DE 2012

Bisso, Claudio Roberto Samanez

Integração entre Estruturação de Problemas e Programação Multiobjetivo para a prescrição de dietas para paciente com Insuficiência Cardíaca Crônica – uma abordagem através da Multimetodologia/Claudio Roberto Samanez Bisso. – Rio de Janeiro: UFRJ/COPPE, 2012.

XI, 117 p.: il.; 29,7 cm.

Orientadores: Marcos Pereira Estellita Lins

Maria Stella de Castro Lobo

Dissertação (Mestrado) – UFRJ/ COPPE/ Programa de Engenharia de Produção, 2012.

Referências Bibliográficas: p. 106-117.

1. Programação Matemática. 2. Estruturação de Problemas. 3. Mapas Conceituais. I. Lins, Marcos Pereira Estellita, *et al.* II. Universidade Federal do Rio de Janeiro, COPPE, Programa de Engenharia de Produção. III. Título

“I must not fear.
Fear is the mind-killer.
Fear is the little-death that brings total obliteration.
I will face my fear.
I will permit it to pass over me and through me.
And when it has gone past I will turn the inner eye to see its path.
Where the fear has gone there will be nothing.
Only I will remain”

(Litany against fear, Frank Herbert)

DEDICATÓRIA

Ao meu pai Carlos, minha mãe Giovanna e minha irmã Daniella que sempre me apoiaram e incentivaram na realização do meu mestrado. A finalização deste estudo representa a conclusão de uma etapa da minha vida onde vocês foram os atores principais.

À minha namorada Larissa que esteve presente durante todo este percurso, todo o agradecimento e reconhecimento por me fortalecer ao longo desta jornada com conselhos e ajuda na realização dos meus objetivos

AGRADECIMENTOS

Ao meu orientador e amigo prof. Estellita, a pessoa que me fez ver o mundo através de outra perspectiva, pelo incentivo e orientação ao longo de toda a pesquisa, não medindo esforços para me ajudar em mais esta batalha.

À todos os professores do PEP que direta ou indiretamente colaboraram na conclusão desta etapa.

Aos amigos que fiz durante o curso, especialmente ao Ricardo, Fábio, Rodrigo e Alfredo, parceiros de noites perdidas, grato pela amizade e companheirismo para atingirmos nosso objetivo final.

Aos funcionários do PEP, especialmente à Andreia, sempre solícita e prestativa me ajudando a resolver os problemas quando mais precisava.

Ao CNPq pelo apoio financeiro.

Resumo da Dissertação apresentada à COPPE/UFRJ como parte dos requisitos necessários para a obtenção do grau de Mestre em Ciências (M.Sc.)

INTEGRAÇÃO ENTRE ESTRUTURAÇÃO DE PROBLEMAS E PROGRAMAÇÃO
MULTIOBJETIVO PARA A PRESCRIÇÃO DE DIETAS PARA PACIENTE COM
INSUFICIÊNCIA CARDÍACA CRÔNICA – UMA ABORDAGEM ATRAVÉS DA
MULTIMETODOLOGIA

Claudio Roberto Samanez Bisso

Dezembro/2012

Orientadores: Marcos Pereira Estellita Lins

Maria Stella de Castro Lobo

Programa: Engenharia de Produção

Esta dissertação consiste na estruturação e formulação de um modelo representando o problema de um paciente com Insuficiência cardíaca crônica que requer seguir restrições nutricionais. Doenças cardiovasculares são muito comuns no nosso meio e, mesmo com os avanços da medicina, pouca atenção vem sendo dada ao tratamento não farmacológico, em particular a terapia nutricional mesmo com este aumento de incidência no mundo. Nesta dissertação a idéia de Complexidade e como resolver problemas complexos através de PSMs (*Problems Structuring Methods*) são discutidas, apresentando o mapeamento do conhecimento, representado pelos Mapas Conceituais, e a integração deste mapeamento com o modelo de otimização, que é realizado pela programação linear multiobjetivo, é feito através da tese, propondo, finalmente, um software de acompanhamento nutricional para pacientes cardiopatas.

Abstract of Dissertation presented to COPPE/UFRJ as a partial fulfillment of the requirements for the degree of Master of Science (M.Sc.)

INTEGRATION BETWEEN PROBLEMS STRUCTURING AND
MULTIOBJECTIVE PROGRAMMING FOR A CHRONIC HEART FAILURE
PATIENT DIET PRESCRIPTION – A MULTIMETHODOLOGY APPROACH.

Claudio Roberto Samanez Bisso

December/2012

Advisor: Marcos Pereira Estellita Lins

Maria Stella de Castro Lobo

Department: Production Engineering

This dissertation consists in structuring and formulation of a model representing the problem of a patient with heart failure requiring following nutritional restrictions. Cardiovascular diseases are very prevalent in our midst and, despite recent advances in medicine, little attention has been given to non-pharmacological treatment, in particular to nutritional therapy even with this increased incidence in the world. In this present dissertation the idea of complexity and how to solve complex problems through the PSM (problems structuring methods) are discussed presenting the mapping of knowledge, represented by concept maps, and an integration of this mapping and the optimization model that is done by linear multiobjective programming is made throughout the thesis, proposing, finally, a nutritional monitoring software for cardiac patients.

Sumário

| | |
|--|-----------|
| 1. Introdução..... | 1 |
| 1.1. Insuficiência cardíaca e seus fatores de risco | 5 |
| 1.2. Insuficiência Cardíaca e outras cardiopatias no Brasil..... | 7 |
| 1.3. Insuficiência Cardíaca e outras cardiopatias no mundo e o impacto sócio-econômico gerado..... | 11 |
| 1.4. Mapa Conceitual da Insuficiência Cardíaca | 15 |
| 2. Estruturação de problemas | 17 |
| 2.1. Complexidade..... | 18 |
| 2.2. Metodologia PO <i>Soft</i> para Estruturação de Problemas..... | 19 |
| 2.3. Abordagens PSM e Representação do conhecimento | 26 |
| 2.3.1. Mapas Cognitivos | 26 |
| 2.3.1.1. Construção do Mapa Cognitivo..... | 28 |
| 2.3.2. Mapas de Processos | 29 |
| 2.3.3. SSM (<i>Soft Systems Methodology</i>)..... | 31 |
| 2.3.3.1. Os sete estágios do SSM..... | 34 |
| 2.3.4. SODA (<i>Strategic Option Development and Analysis</i>)..... | 35 |
| 2.3.5. <i>Strategic Choice Approach</i> (SCA) | 38 |
| 2.3.6. Mapas Conceituais | 39 |
| 3. Definição do Problema – Abordagem da IC através da dietoterapia. | 42 |
| 3.1. Coleta de Dados – Micro e Macro nutrientes dos alimentos..... | 43 |
| 3.2. Escolha das Restrições Alimentícias | 46 |
| 4. Garantindo a eficácia da terapia nutricional..... | 51 |
| 4.1. A ignorância do paciente e o auto-engano (1)..... | 51 |
| 4.2. O paciente e seu entorno, sua relação com o médico e toda sua complexidade (2) e (4). 54 | |
| 4.3. A participação do paciente na terapia nutricional (3)..... | 61 |
| 5. Estado da Arte e Software Nutricional | 61 |
| 5.1. Alguns Softwares para planejamento alimentar encontrados no mercado..... | 61 |
| 5.2. Revisão Bibliográfica - análise e o comparativo destes softwares..... | 64 |
| 5.3. Importância de um software de auto-avaliação nutricional..... | 68 |
| 5.4. Proposta de software nutricional | 69 |
| 6. Abordagem matemática do problema | 72 |
| 6.1. Aplicações de modelos de programação matemática na elaboração de dietas – Revisão da literatura | 72 |
| 6.2. Programação Linear..... | 75 |
| 6.2.1. Estrutura matricial do Algoritmo Simplex..... | 77 |
| 6.3. Programação linear multiobjetivo | 79 |
| 6.4. Método da ponderação dos objetivos (<i>Weighting objectives method</i>) | 82 |
| 6.5. Modelo baseado na proposta de Stigler (1945) | 84 |
| 6.6. Modelagem proposta através da Programação multiobjetivo | 86 |
| 6.6.1. Características do modelo proposto..... | 86 |
| 6.6.2. Formulação matemática do modelo multiobjetivo proposto (modelo 1)..... | 91 |
| 6.6.2.1. Formulação do modelo 2 - teórico..... | 96 |

| | |
|--|------------|
| 6.6.3. Análise do resultado e pós otimização do modelo 1 | 98 |
| 7. Conclusão | 103 |
| 8. Bibliografia | 106 |

Índice de figuras

| | |
|---|----|
| Figura 1.1 - Mapa Conceitual estruturação da tese | 3 |
| Figura 1.2.1 - Internação e óbito segundo o gênero e a faixa etária na população internada por insuficiência cardíaca em 2007 pelo SUS no Brasil, sendo as colunas em verde referentes ao sexo masculino e as em azul do feminino (Diretriz brasileira de ICC, 2009)..... | 9 |
| Figura 1.2.2 - Taxa de mortalidade de pacientes com IC em relação a alguns tipos de câncer (figura retirada de Diretriz brasileira de ICC, 2009)..... | 11 |
| Figura 1.3.1 - DCV comparadas a outras causas de morte (Graziano 2005) | 12 |
| Figura 1.3.2 - Maiores causas de mortalidade, em pessoas de todas as idades, nas regiões em desenvolvimento (Graziano 2005) | 13 |
| Figura 1.3.3 - Despesa anual média por ano para a saúde por nível de renda (Banco Mundial e Graziano 2005)..... | 14 |
| Figura 1.4.1 - Mapa conceitual insuficiência cardíaca crônica | 15 |
| Figura 1.4.2 - Mapa conceitual insuficiência cardíaca crônica | 16 |
| Figura 2.2.1 - Tipos de problema e sua respectiva vertente da Pesquisa Operacional (adaptado de Clutterbuck 2001) | 20 |
| Figura 2.3.1.1 - Processo cognitivo. Retirado de Jardim, 2011..... | 28 |
| Figura 2.3.3.1 - Estágios SSM. Retirado de Checkland (1985) <i>apud</i> Curo <i>et al</i> (2010) | 33 |
| Figura 2.3.5.1 - Processo do SCA. Retirado de Friend e Hickling 2005..... | 39 |
| Figura 3.2.1 - Mapa conceitual do problema – restrições nutricionais..... | 48 |
| Figura 4.1.1 - O ciclo do auto-engano, elaborado pelo autor. | 52 |
| Figura 4.1.2 - Resultado pesquisa Pfizer, o “auto-engano” (retirado de www.pfizer.com)..... | 53 |
| Figura 4.2.1 - Mapa conceitual do paciente e seu entorno. | 55 |
| Figura 4.2.2 - Mapa conceitual visão do médico (como deveria funcionar)..... | 58 |
| Figura 4.2.3 - Mapa conceitual visão do médico (como funciona no SUS)..... | 59 |
| Figura 5.2.1 - Mapa conceitual softwares de nutrição..... | 67 |
| Figura 6.3.1 - Otimização multiobjetivo visão geral (retirado de Deb 2001 <i>apud</i> Silva 2009)..... | 80 |
| Figura 6.3.2 - Programação multiobjetivo baseado em preferência-pesos (retirado de Deb 2001 <i>apud</i> Silva 2009) | 81 |
| Figura 6.4.1 - Vetor de custos equivalente | 83 |
| Figura 6.6.1.1 - Mapa da escolha das Funções objetivo..... | 88 |
| Figura 6.6.1.3 - Interface do software - Restrição de consumo dos grupos de alimentos | 89 |
| Figura 6.6.1.4 - Interface do Software - Dados pessoais e prática de atividades físicas | 89 |
| Figura 6.6.1.5 - Interface do software - escolha da quantidade consumida por grupo de alimento | 90 |
| Figura 6.6.1.6 - Interface do software - escolha dos alimentos a integrar a base de dados | 91 |

Índice de Tabelas

| | |
|---|-----|
| Tabela 1.2.1 - Número de internações e de óbitos por IC no SUS-Brasil entre 2000-2007 e seus respectivos percentuais em relação ao número total de pacientes hospitalizados (Diretriz brasileira de ICC, 2009)..... | 8 |
| Tabela 1.2.2 - Demonstrativo das internações quando à faixa etária e gênero por IC no ano de 2007 e suas respectivas taxas de mortalidade (Diretriz brasileira de ICC, 2009). | 9 |
| Tabela 1.2.3 - Custos totais das internações por doença cardiovascular e por IC, comparação entre os anos de 2000, 2004 e 2007 (Diretriz brasileira de ICC, 2009)..... | 10 |
| Tabela 2.2.1 - Diferenças entre PO hard e soft (Munro e Wingers 2002)..... | 21 |
| Tabela 2.2.2 - Diferenças entre PO <i>hard</i> e <i>soft</i> (Vidal 2005)..... | 25 |
| Tabela 3.1.1 - Tabelas de composição de alimentos usadas no Brasil para a elaboração de dietas (retirado de Lopez, 2006) | 45 |
| Tabela 3.2.1 - Adequações dietéticas para pacientes com insuficiência cardíaca..... | 46 |
| Tabela 6.2.1.1 - Partição da matriz A segundo as variáveis básicas e não básicas (Lins e Calôba, 2006) | 78 |
| Tabela 6.2.1.2 - Representação matricial segundo as variáveis naturais e de folga (Lins e Calôba, 2006). | 79 |
| Tabela 6.6.1.1 - Valores com os MET das atividades físicas (Davis, 2000)..... | 90 |
| Tabela 6.6.2.1.1 - Inputs do modelo teórico (1) | 96 |
| Tabela 6.6.2.1.2 - Inputs do modelo teórico (2) | 97 |
| Tabela 6.6.3.1 - Tabela com os preços sombras do problema..... | 101 |
| Tabela 6.6.3.2 - Testando se novo alimento entra na solução | 102 |

1. Introdução

Os conhecimentos sobre insuficiência cardíaca (IC) aumentaram muito nos últimos anos, conhecemos melhor sua fisiopatologia, sua história natural, temos novas opções terapêuticas que permitem modificar sua evolução. Hoje, apesar do grande desenvolvimento tecnológico e maiores recursos farmacológicos, a incidência de IC vem aumentando. Este aumento, em parte, decorre do envelhecimento da população, pois nos mais idosos a IC é mais freqüente. De outra parte podemos considerar que, uma vez que se morre menos em decorrência da cardiopatia de base, convive-se mais com as doenças, sendo a fase final comum das doenças cardiológicas, a IC, o que a torna mais frequente.

Os atuais progressos no campo da terapia médica e cirúrgica da insuficiência cardíaca, assim como o efeito do envelhecimento da população, contribuem para o aumento na taxa de internação de casos mais avançados da doença, nos quais ainda podem ser agravados por uma possível coexistência de outras doenças crônicas. O crescente aumento na industrialização e urbanização nos dias atuais podem ser considerados como agravantes para o número de casos de IC no mundo já que tem como consequência a piora nos hábitos alimentares, aumento do estresse, sedentarismo (devido ao ritmo acelerado no trabalho), tabagismo, etc., tendo como consequência um aumento na incidência de doenças cardiovasculares.

Nesta dissertação será abordado o problema da Insuficiência Cardíaca Crônica sob outra visão que não a tradicional, a abordagem medicamentosa e de pouco envolvimento do médico com o paciente cardiopata, e sim a terapia nutricional. Para isto foram utilizados mapas conceituais para estruturar o problema, entender como esta cardiopatia tão prevalente nos dias atuais afeta os pacientes cardíacos, gerando uma discussão e tentando encontrar onde estão os principais problemas tanto na dietoterapia quanto na relação entre médico e paciente.

Foram feitos diversos mapas conceituais ao longo do trabalho mostrando os diferentes pontos de vista e as inter-relações dos agentes do problema assim como estes também foram utilizados para identificar as restrições e funções objetivos do modelo matemático feito para geração de dietas. Os mapas conceituais foram peça chave na estruturação do problema já que estes são fruto da discussão e entrevistas diretas com os agentes e, em todos eles, cada um teve participação ativa na sua elaboração.

No final da dissertação é proposto um software nutricional através de uma abordagem multiobjetivo, desta maneira todas as restrições nutricionais são respeitadas, são incluídas questões de gosto pessoal (como a inclusão de variável de custo e a escolha dos alimentos da base de dados) do paciente e questões médicas (escolha dos pesos nas funções objetivo), permitindo a customização da dieta do cardiopata e uma participação ativa deste na elaboração da sua própria dieta.

Abaixo segue um pequeno mapa conceitual mostrando como esta dissertação está estruturada.

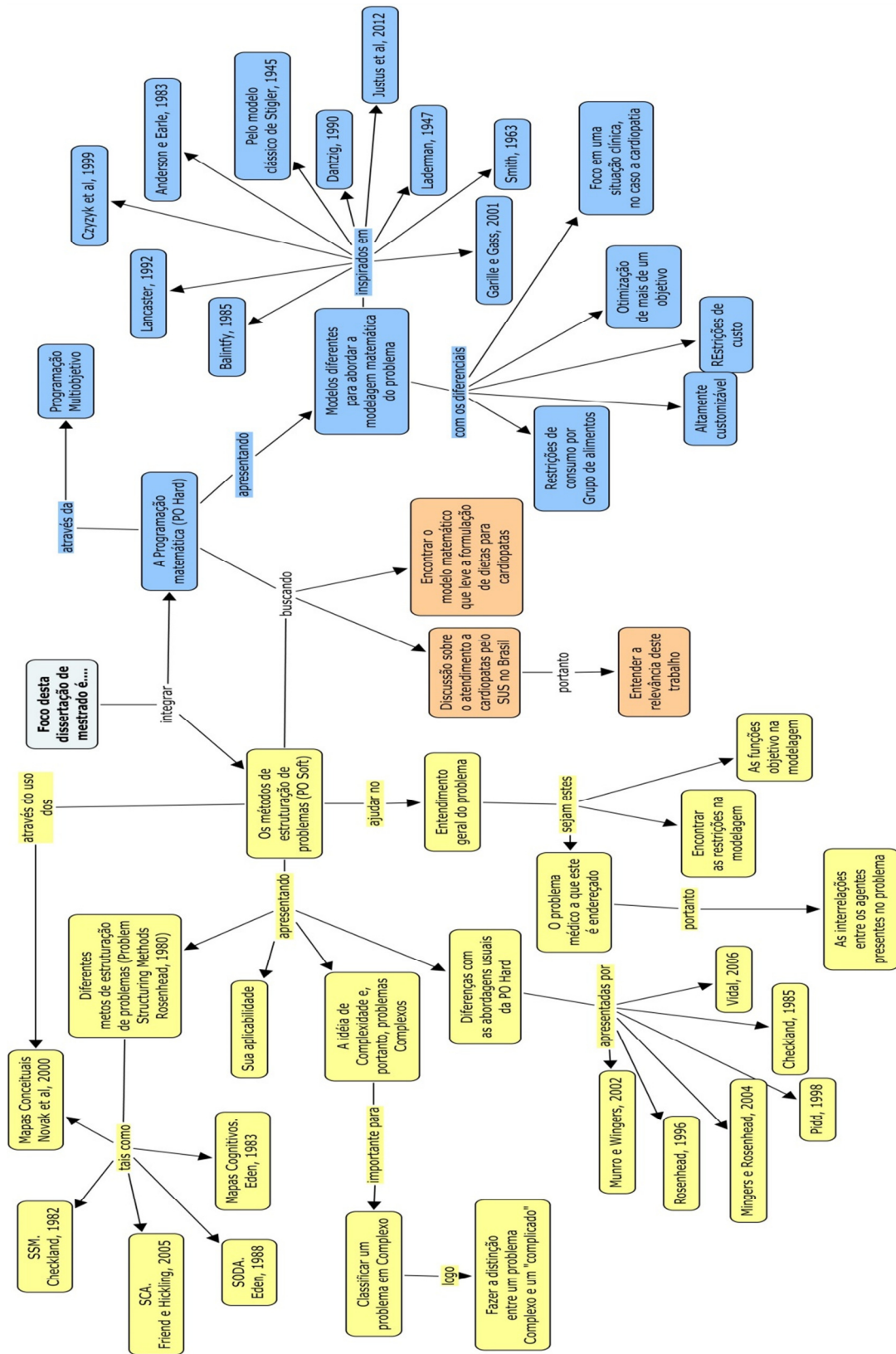


Figura 1.1 - Mapa Conceitual estruturação da tese

Como pode ser visto no mapa conceitual (figura 1.1) a dissertação está dividida, principalmente, em três partes:

- Métodos de estruturação de problemas e Complexidade.
- ICC, nutrição e terapia dietoterápica.
- Abordagem matemática do problema e proposta de *software* de apoio à nutrição.

No primeiro capítulo desta dissertação foi explicado o problema da Insuficiência Cardíaca crônica no Brasil e no mundo, seu impacto sócio-econômico, fatores de risco e características, para dar embasamento ao que é proposto ao longo do trabalho.

O segundo capítulo aborda a Estruturação de Problemas, é feita a definição de complexidade (importante já que o tema abordado na dissertação é um problema social complexo), são apresentados os PSM's (*Problem Structuring Methods*) e os Mapas Conceituais, ferramenta esta que é usada ao longo de todo o trabalho.

O terceiro capítulo é a parte de nutrição, é mostrado como foi feita a coleta dos dados de nutrientes dos alimentos. Neste capítulo também são definidas as restrições alimentícias utilizadas na abordagem matemática do problema.

No quarto capítulo são apontadas algumas maneiras encontradas na literatura para garantir a eficácia da terapia nutricional, são discutidos mapas conceituais feitos sobre os pontos de vista dos agentes presentes no problema (médicos e pacientes), feitas interrelações entre estes pontos de vista para serem apontados onde estão os problemas nos relacionamentos e é discutida a idéia do auto-engano como sendo um problema recorrente nos problemas sociais complexos.

No quinto capítulo é feita uma revisão sobre o estado da arte, foram analisados alguns dos *softwares* nutricionais presentes no mercado brasileiro apontando seus prós e contras, foi feita uma revisão bibliográfica dos comparativos destes e a apresentada as características especiais do *software* proposto nesta dissertação.

O sexto capítulo da dissertação mostra a abordagem matemática do problema através da programação multiobjetivo, é feita a modelagem da situação, sua resolução em três modelos diferentes e, posteriormente, uma análise de resultado e pós-otimização.

Finalmente, no sétimo capítulo, é feita a conclusão da dissertação, é discutida a aplicabilidade do software proposto, tanto na área de nutrição como na área de educação, propondo maneiras de utilização deste.

1.1. Insuficiência cardíaca e seus fatores de risco

A insuficiência Cardíaca (IC), por definição, é um estado patológico que causa a perda da capacidade de bombear sangue com eficiência, comprometendo as exigências do organismo e, manifestando-se mais frequentemente através da dispnéia edema e fadiga, sudorese excessiva e baixo fluxo cerebral.

A IC continua sendo uma síndrome de características malignas, com alta mortalidade nas formas avançadas. A IC é uma afecção muito limitante, a análise da qualidade de vida, por meio de questionários, identificou a IC como uma das doenças mais limitantes, mais que diabetes, a doença pulmonar obstrutiva crônica, etc. Dispnéia, cansaço, edema provocam muito desconforto aos seus portadores e explicam este achado.

Entretanto, é importante ressaltar, que em suas formas iniciais esta evolução não é tão ruim, fato que deve ser considerado no momento de tomada de decisão mais agressiva. Se os pacientes se tornam pouco sintomáticos ou são assintomáticos, apesar de apresentarem, às vezes sinais de intenso comprometimento cardíaco são muitas as evidências de que sua evolução possa ser boa, apesar do comprometimento cardíaco.

A insuficiência cardíaca é uma doença de grande preponderância e impacto na morbidade e mortalidade em todo o mundo, especialmente nos idosos. O prognóstico em longo prazo é ruim, com sobrevida menor do que 50%.

Graças à epidemiologia, foi possível observar o que age e como agem os determinantes e os agravantes das cardiopatias ou fatores de risco de uma doença cardiovascular. Com o surgimento dos estudos populacionais com grande número na amostragem, como o estudo Framingham, puderam determinar-se com mais segurança, alguns fatores de risco e, a partir desses conhecimentos, reconhecidos como verdade científica, tornou-se possível um enfoque epidemiológico, tendo como meta a prevenção primária e/ou a prevenção secundária das cardiopatias.

Alguns principais fatores de risco para doença as cardiopatias são conhecidos e comprovados¹, como hipertensão arterial sistêmica, tabagismo, dislipidemias, obesidade, sedentarismo, diabetes *mellitus* e antecedentes familiares.

¹ 27th Bethesda Conference - Matching the intensity of risk factor management with the hazard for coronary disease events. J Am Coll Cardiol 1996; 27: 957-1047.

É necessário conhecer a prevalência desses fatores de risco, isolados ou combinados, pois é através de sua redução, com programas de prevenção primária e secundária, que qualquer programa de saúde deve ser objetivado efetivamente.

Os antecedentes familiares constituem fator de risco não modificável e independente e devem ser ainda muito estudados, mas já considerados (SHIMODA *et al*, 1996). Pacientes com parentes em primeiro grau precocemente com cardiopatia coronariana têm maiores riscos de desenvolver doença arterial coronariana que a população em geral.

O cigarro duplica o risco na doença arterial coronariana e 30% delas são atribuídas ao número de cigarros fumados. Num estudo com 106.745 homens na Coréia, o fumo foi um fator de risco maior e livre para a doença cardiovascular, independente dos níveis de colesterol, sendo que, níveis baixos de colesterol não conferiam efeito protetor nesses fumantes (OCKENE *et al*, 1997 e JEE *et al*, 1999), o que é apoiado também pelo Estudo Prospectivo da Sociedade Americana do Câncer, pelos dados da *Nurses Health Study*.

As cardiopatias ocorrem mais comumente em diabéticos do que na população em geral, estudos² mostram que afetam mais de 55% dos pacientes com doença arterial coronária e insuficiência cardíaca. O diabetes *mellitus* é fator de risco maior para as cardiopatias, mesmo após ajustada para idades mais avançadas, hipertensão arterial sistêmica e tabagismo.

Para o colesterol, em uma metanálise de 38 grandes ensaios clínicos na prevenção primária e secundária, encontrou-se (GOULD *et al*, 1998) que, para cada 10% de redução no colesterol, a mortalidade reduziu 13%, o risco de mortalidade total 11%.

A hipertensão arterial sistêmica também é um fator de risco bem estabelecido para a doença cardiovascular e para a insuficiência cardíaca³.

Exercícios, mesmo que em graus moderados, têm efeito protetor contra as cardiopatias e sobre todas as causas de mortalidade e uma série de outros benefícios: elevação do colesterol HDL (chamado “colesterol bom”), redução de cifras na

² Fein F, Scheuer J. Heart disease in diabetes mellitus: theory and practice. In: Rifkin H, Port D (Eds). Diabetes Mellitus. New York: Elsever, 1990: 812-23.

³ The six report of the Joint National Committee on prevention, detection, evaluation, and treatment of high blood pressure. Arch Intern Med 1997; 157: 2413-46.

hipertensão arterial sistêmica e auxílio na baixa do peso corporal (POWELL *et al*, 1987). Exercícios físicos regulares, moderados a vigorosos tem um importante papel em evitar doenças cardiovasculares, mesmo os exercícios moderados, desde que feitos com regularidade são benéficos, contudo os mais intensos são mais indicados, esta atividade física irá prevenir a obesidade, a hipertensão, o diabete e diminuir os índices de colesterol.

Com o uso do método epidemiológico na investigação clínica, a prevenção vem crescendo e criando conceitos e linhas de conduta para as doenças crônico-degenerativas e, diante dos novos conhecimentos sobre os fatores agravantes das doenças cardíacas, sua adequada divulgação e aplicação prática das medidas de prevenção primária e secundária, serão obtidas uma real diminuição na incidência das doenças cardiovasculares, portanto, é uma necessidade epidemiológica conhecer a prevalência desses fatores de risco na população brasileira.

Pode-se então a chegar a conclusão que aspectos nutricionais estão intrinsecamente ligados com a prevalência de cardiopatias (no caso a IC). Tanto a diabetes *mellitus* quanto a presença de níveis de colesterol, importantes fatores de risco, podem ser controlados e monitorados a partir de uma abordagem não farmacológica em que envolva a nutrição e a dietoterapia. Além destes, a obesidade também pode ser evitada já que, segundo Powell *et al* (1987) e Paffenberger *et al* (1993), o excesso de peso tem uma maior probabilidade de provocar um acidente vascular cerebral ou doença cardíaca, mesmo na ausência de outros fatores de risco. A obesidade exige um maior esforço do coração além de estar relacionada com doenças coronárias, pressão arterial, colesterol elevado e diabete. A adequação da pessoa ao seu índice de massa corporal gera uma diminuição do colesterol, conseqüentemente da pressão arterial, ou seja, um efeito em cascata, atenuando assim os fatores de risco.

1.2. Insuficiência Cardíaca e outras cardiopatias no Brasil

O Brasil é o maior país da América Latina, com população estimada pelo IBGE em 2007 de 183.987.291 habitantes e com aproximadamente 50,8% da sua população do sexo feminino, habitando a maioria (81,2%) em áreas urbanas, e tendo a expectativa de vida ao nascer aumentado de 69 anos em 2000 para 71,8 anos em 2007.

A maioria da população brasileira (80%) é atendida pelo Sistema Único de Saúde (SUS), do Ministério da Saúde. Ocorreram no ano de 2007, 111.309.325

internações, sendo 67.933.328 (60,07%) do sexo feminino, o que consumiu o montante total de R\$ 7.607.591.178,43, sendo empregados 38,68% na região sudeste (4.373.947 internações), que além de ser a mais populosa, é a que tem maior número de habitantes cobertos por seguro saúde não-estatal. O restante da população é atendida por planos de saúde e cooperativas.

No ano de 2007, as doenças cardiovasculares representaram a terceira causa de internações no SUS, com 1.156.136 hospitalizações. A IC é a causa mais freqüente de internação por doença cardiovascular.

Na tabela 1.2.1 temos as internações pelo SUS e os óbitos hospitalares ocorridos devido à IC entre 2000 e 2007, além de seus percentuais em relação ao total das hospitalizações.

Tabela 1.2.1 - Número de internações e de óbitos por IC no SUS-Brasil entre 2000-2007 e seus respectivos percentuais em relação ao número total de pacientes hospitalizados (Diretriz brasileira de ICC, 2009)

| Ano | Nº de internações (totais pelo SUS) | Percentual de internações (por IC) | Nº de óbitos (totais pelo SUS) | Percentual de óbitos (por IC) |
|------------|--|---|---------------------------------------|--------------------------------------|
| 2000 | 398.489 | 3,33 | 26.368 | 6,62 |
| 2001 | 385.758 | 3,28 | 25.511 | 6,61 |
| 2002 | 372.604 | 3,18 | 25.984 | 6,97 |
| 2003 | 350.819 | 3,01 | 25.260 | 7,20 |
| 2004 | 339.770 | 2,95 | 25.639 | 7,05 |
| 2005 | 316.386 | 2,76 | 24.041 | 6,54 |
| 2006 | 298.380 | 2,64 | 23.775 | 6,38 |
| 2007 | 293.473 | 2,59 | 23.412 | 6,02 |

A insuficiência cardíaca é mais prevalente na faixa etária acima de 60 anos, onde mais de 2/3 (69,8%) das hospitalizações foram realizadas. Esta disposição, similar a dos países do primeiro mundo, pode ser vista na figura 1.2.1. A taxa de mortalidade intra-

hospitalar varia com a faixa etária, sendo maior nos idosos e nos menores de 20 anos (tabela 1.2.2).

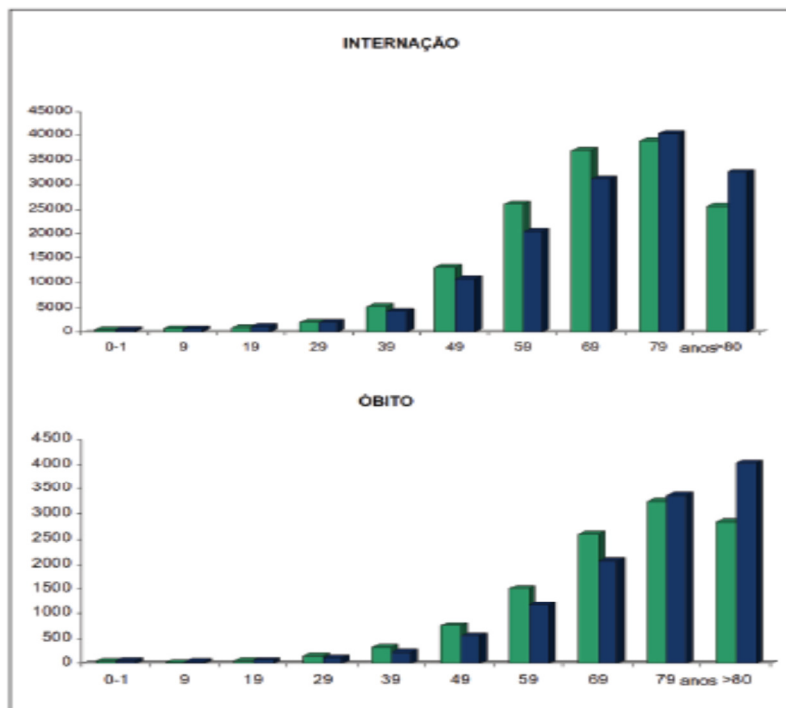


Figura 1.2.1 - Internação e óbito segundo o gênero e a faixa etária na população internada por insuficiência cardíaca em 2007 pelo SUS no Brasil, sendo as colunas em verde referentes ao sexo masculino e as em azul do feminino (Diretriz brasileira de ICC, 2009).

Tabela 1.2.2 - Demonstrativo das internações quando à faixa etária e gênero por IC no ano de 2007 e suas respectivas taxas de mortalidade (Diretriz brasileira de ICC, 2009).

| Faixa etária (anos) | Internações (293.473) | | |
|---------------------|--------------------------|--------|---------|
| | <20 | 20-59 | ≥60 |
| Masculino | 2.326 | 46.271 | 101.166 |
| Feminino | 2.351 | 37.598 | 103.761 |
| Total | 4.667 | 83.869 | 204.927 |
| % da faixa etária | 1,57 | 28,63 | 69,80 |
| Taxa de mortalidade | 7,51 | 5,83 | 8,87 |

Na tabela 1.2.3 encontram-se os gastos decorrentes de hospitalizações por todas as doenças cardiovasculares (DCV) e apenas por insuficiência cardíaca (IC) no SUS nos anos de 2000, 2004 e 2007, pode-se observar que tanto os gastos totais quanto os custos por internação estão em constante crescimento.

Tabela 1.2.3 - Custos totais das internações por doença cardiovascular e por IC, comparação entre os anos de 2000, 2004 e 2007 (Diretriz brasileira de ICC, 2009).

| | Nº internações totais | Custo total (R\$) | Custo unitário (R\$/paciente) |
|--------------------------------|--------------------------------------|--------------------------|--|
| <u>Ano 2000</u> | | | |
| Doenças cardiovasculares (DCV) | 1.134.385 | 821.460.375,47 | 724,15 |
| Insuficiência cardíaca (IC) | 398.489 | 204.666.458,17 | 513,61 |
| <u>Ano 2004</u> | | | |
| Doenças cardiovasculares (DCV) | 1.205.067 | 1.247.888.762,41 | 1.035,53 |
| Insuficiência cardíaca (IC) | 339.770 | 226.842.857,98 | 667,64 |
| <u>Ano 2007</u> | | | |
| Doenças cardiovasculares (DCV) | 1.156.136 | 1.467.395.208,68 | 1.269,22 |
| Insuficiência cardíaca (IC) | 293.473 | 232.776.739,30 | 793,44 |

De acordo com o DATASUS, em 2004, no Brasil ocorreram aproximadamente 340.000 admissões por insuficiência cardíaca, responsáveis por 28% de todas as hospitalizações por doenças cardiovasculares e 3% das causas totais e por 6% dos óbitos registrados pelo SUS-MS no Brasil, consumindo 3% do total de recursos utilizados para atender todas as internações realizadas pelo sistema.

Finalmente, com os dados apresentados é possível constatar que as doenças cardiovasculares são afecções muito prevalentes em nosso meio. Apesar dos recentes avanços da medicina (que possibilitou uma maior longevidade da população geral de cardiopatas), pouca atenção vem sendo dada ao tratamento não farmacológico, em particular à terapia nutricional mesmo com esse aumento da incidência de IC no Brasil e no mundo.

O SUS tem abrangência de aproximadamente 110.000.000 de pessoas, acreditando-se que as restantes têm alguma proteção do sistema de seguro saúde privado; os dados referidos demonstram a importância da IC entre as principais causas de internação e óbito nas doenças do aparelho circulatório.

É possível que os progressos na terapia médica e cirúrgica da insuficiência cardíaca, bem como o envelhecimento populacional, tenham contribuído para aumentar a taxa de internação de casos mais avançados da doença, os quais podem ainda ser agravados pela coexistência de outras doenças crônicas. No Brasil, a letalidade hospitalar para insuficiência cardíaca em instituições da rede pública de saúde é 7,5%

No Brasil, a insuficiência cardíaca já se tornou a primeira causa de internação hospitalar em pacientes acima de 60 anos de idade e a sexta causa de internação em pacientes entre 15 e 59 anos com gasto estimado acima de 225 milhões de reais, somente no ano de 2004. Em relação ao câncer, estudos americanos apontam que a insuficiência cardíaca apresenta maior mortalidade do que muitas modalidades de câncer, como bexiga, mama e próstata, tendo um índice de mortalidade menor do que o câncer de pulmão como é visto na figura 1.2.2.

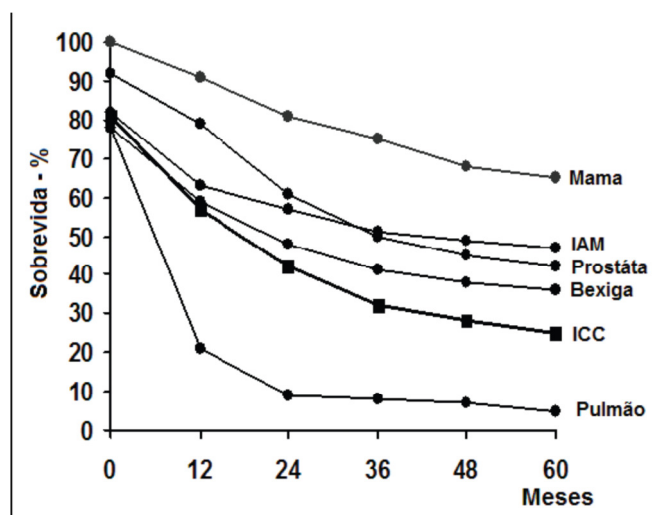


Figura 1.2.2 - Taxa de mortalidade de pacientes com IC em relação a alguns tipos de câncer (figura retirada de Diretriz brasileira de ICC, 2009).

1.3. Insuficiência Cardíaca e outras cardiopatias no mundo e o impacto sócio-econômico gerado

Até o começo do século 20, as doenças cardiovasculares (DCV) foram responsáveis por menos de 10% de todas as mortes no mundo. Hoje a situação mudou radicalmente, estima-se que 30% de todas as mortes sejam decorrentes de cardiopatias

nos países em desenvolvimento como visto na figura 1.3.1. Já em 2001⁴, as DCV aparecem como a principal causa de mortes em todo o mundo.

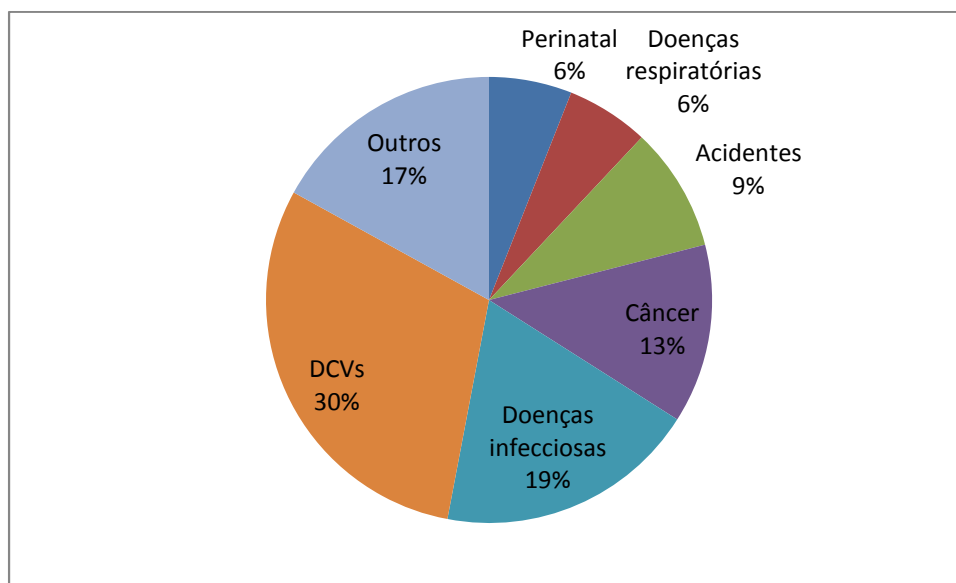


Figura 1.3.1 - DCV comparadas a outras causas de morte (Graziano 2005)

O Banco Mundial agrupa os países com base nas suas variações econômicas e geográficas. Os países com baixa e média renda (renda per capita menor que US\$ 9200/ano) são divididos em regiões geográficas. As 6 regiões em desenvolvimento segundo o Banco Mundial são Ásia Oriental e Pacífico, leste Europeu e Ásia Central, América Latina e Caribe, Oriente médio e Norte da África, Sul da Ásia e África subsaariana.

As DCV é a principal causa de mortes em todas estas regiões em desenvolvimento (figura 1.3.2) com exceção da África Subsaariana onde apesar da HIV/AIDS ser o líder em mortalidade as DCVs aparecem logo na segunda posição.

4 Mathers CD, Lopez A, Stein C, Ma Fat D, Rao C, Inoue M, Shibuya K, Tomijima N, Bernard C, Xu H. Deaths and Disease Burden by Cause: Global Burden of Disease Estimates for 2001 by World Bank Country Groups. Working Paper 18. Bethesda, Md: Disease Control Priorities Project.

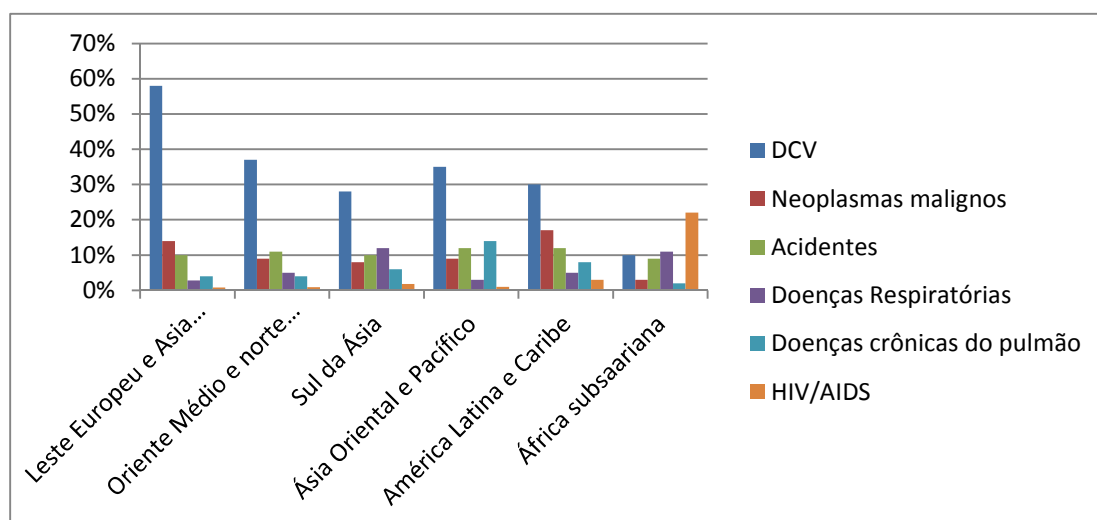


Figura 1.3.2 - Maiores causas de mortalidade, em pessoas de todas as idades, nas regiões em desenvolvimento (Graziano 2005)

Além do grande índice de mortalidade que as DCVs acarretam, países em desenvolvimento apresentam grandes desafios econômicos associados com esta epidemia já que os custos são associados ao sistema de saúde e, conseqüentemente, afetando a economia nacional. Na África do Sul, por exemplo, 2% a 3% de todo o rendimento bruto do país, ou a grosso modo 25% dos gastos do sistema de saúde sul africano, são diretamente direcionados para o tratamento de DCVs (Pestana *et al* 1996).

Uma indicação de futuros gastos nos países em desenvolvimento são os gastos dos países já desenvolvidos. Por exemplo, nos EUA foram gastos 368 bilhões de dólares em relação a custos diretos e indiretos no tratamento de DCVs⁵. Em 2004, foram estimados gastos de 26 bilhões de dólares para os cuidados com pacientes com IC.

Isto é agravado pelo fato de que uma proporção tão alta de DCVs ocorre mais cedo entre os adultos em idade de trabalhar (economicamente ativos) nos países em desenvolvimento o que pode levar a um grande impacto sobre a viabilidade econômica de um país em desenvolvimento. No trabalho de Leader *et al* (2004), foi avaliada a perda potencial em decorrência as DCV e mostrou que em 5 países pesquisados (Brasil, Índia, China, África do Sul e México), estimativas conservadoras indicam que pelo menos 21 milhões de anos de vida produtiva futura são perdidos por causa de doenças cardiovasculares a cada ano.

Embora a carga da doença e os custos sociais e de saúde das DCVs são elevados, os recursos destinados para a saúde são extremamente escassos. O rendimento nacional

⁵ American Heart Association. Heart Disease and Stroke Statistics: 2004

bruto (RNB) per capita dos países desenvolvidos (US\$ 27.000) é quase 25 vezes o dos países em desenvolvimento (US\$ 1.100). Além disso, os países desenvolvidos dedicam o dobro do seu RNB (10%) aos cuidados de saúde em comparação com países de baixa e média renda (6%). Isto resulta em uma diferença de 40 vezes entre os países desenvolvidos e em desenvolvimento em fundos dedicados aos cuidados de saúde (Figura 1.3.3). Dados os recursos limitados disponíveis, apenas as intervenções que podem levar a grandes reduções na carga DCV a custos relativamente baixos são considerados sustentáveis

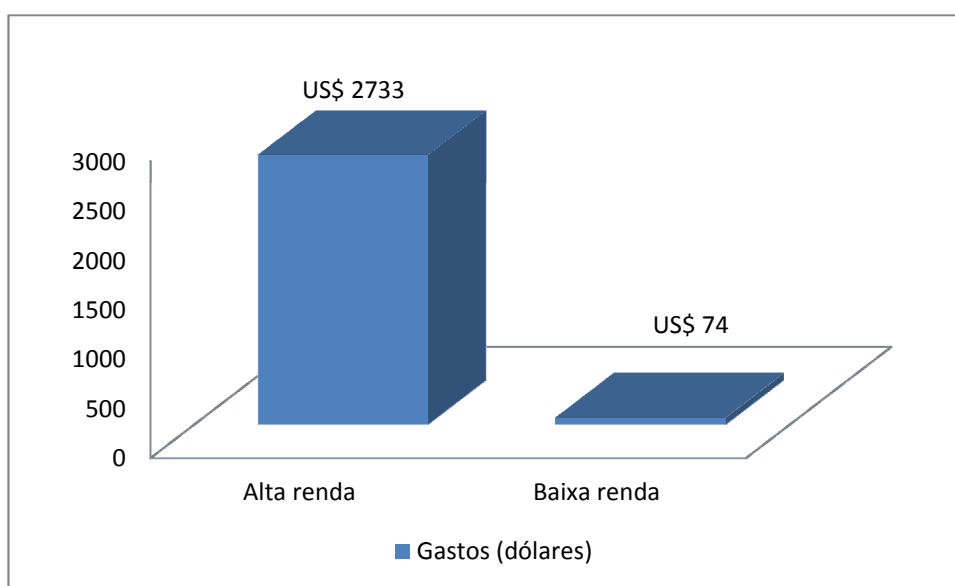


Figura 1.3.3 - Despesa anual média por ano para a saúde por nível de renda (Banco Mundial e Graiano 2005)

Como pode ser visto, uma epidemia global de DCVs está em rápida evolução. Hoje ocorre o dobro de mortes por DCV em países em desenvolvimento em relação a países desenvolvidos⁶. Mesmo na África subsaariana, a pressão arterial alta, colesterol alto, fumo, ingestão de álcool e baixo índice de consumo de frutas e verduras já estão entre os fatores de risco superior para doença.

Informações de mais de 100 países mostram crianças de 13 a 15 anos estão fumando mais do que nunca, e estudos⁷ mostram que os níveis de obesidade em crianças está aumentando significativamente em países tão diversos como Brasil, China, Índia.

6 Beaglehole R, Irwin A, Prentice T. World Health Report 2003: Shaping the Future. Geneva, Switzerland: World Health Organization; 2003.

7 Leeder S, Raymond S, Greenberg H, Liu H, Esson K. A Race Against Time: The Challenge of Cardiovascular Disease in Developing Countries. New York, NY: Trustees of Columbia University; 2004.

1.4. Mapa Conceitual da Insuficiência Cardíaca

Foi feito um mapa conceitual em que engloba tudo que foi discutido anteriormente para ter uma melhor análise dos fatos e uma visão global da IC no mundo contemporâneo. Este mapa conceitual agrupou as idéias principais e faz o *link* com a nutrição e o tratamento dietoterápico que é objetivo principal deste trabalho, ajudando a perceber o problema como um todo.

No mapa foi definido o problema da Insuficiência Cardíaca Crônica (ICC), como a patologia se comporta, suas características, causas, diferenças com outras cardiopatias e fatores de risco.

Além da definição inicial da ICC foi contextualizado o problema, evidenciando no mapa os impactos sócio-econômicos que essa cardiopatia traz para a sociedade, como gastos, internações e óbitos, principalmente no Brasil e nos EUA e resto do mundo.

Após a parte de definição e contextualização do problema alvo, foi feita a conexão entre a ICC, a nutrição e tratamentos dietoterápicos. No mapa foi mostrado como os aspectos nutricionais estão diretamente ligados com a ICC e como estes impactam tanto positivamente quanto negativamente na qualidade de vida e na possibilidade de sucesso no tratamento da cardiopatia.

Esta parte do mapa (situada na parte esquerda do mesmo) é o foco principal do problema e o que será tratado de maneira primordial durante toda a dissertação, que é aliar a importância dos aspectos nutricionais com um tratamento de sucesso da ICC, questão essa que muitas vezes é deixada de lado (por diversos problemas discutidos posteriormente) para se aplicar um tratamento puramente farmacológico.

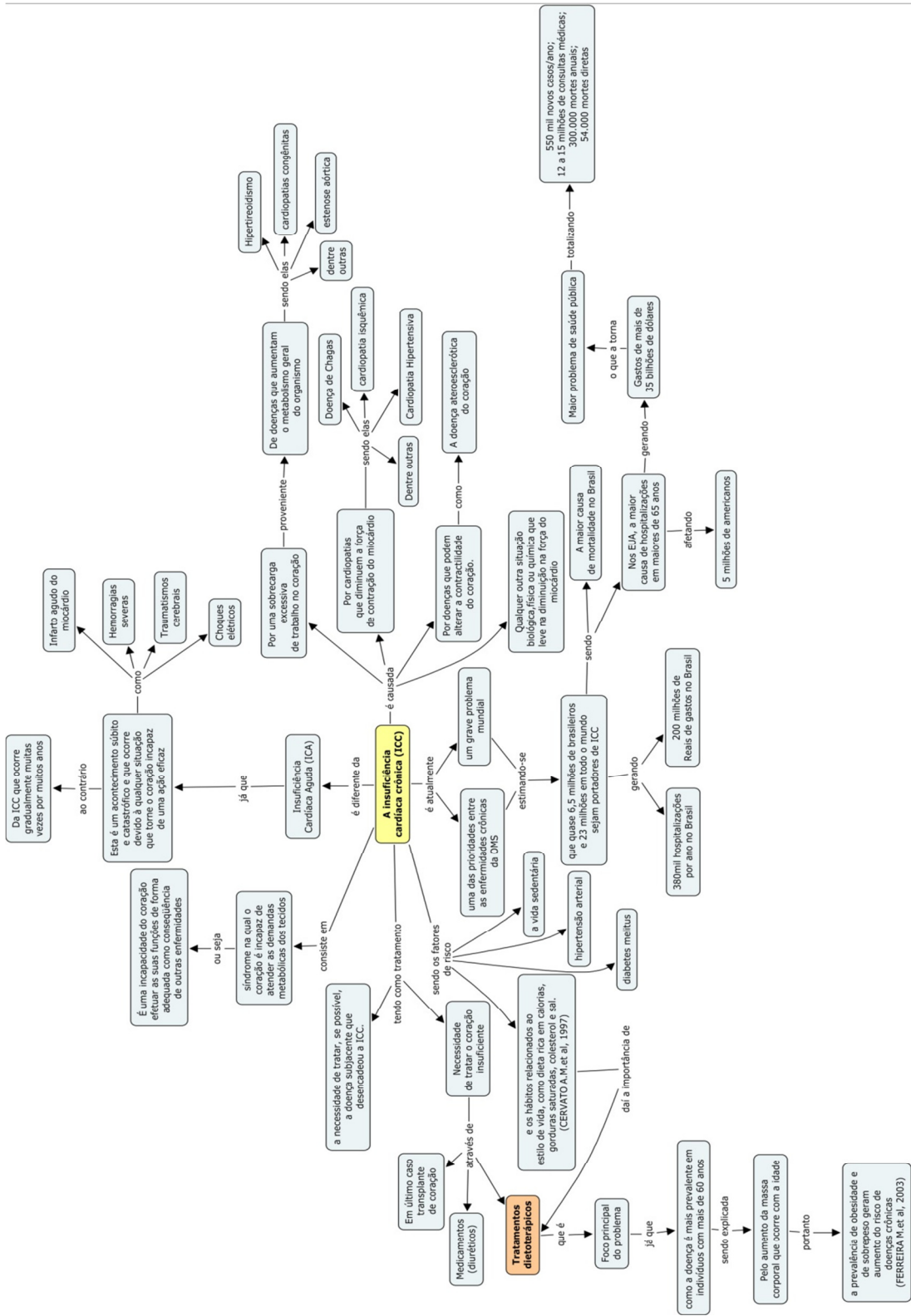


Figura 1.4.1 - Mapa conceitual insuficiência cardíaca crônica

2. Estruturação de problemas

Métodos para estruturação de problemas complexos reúnem abordagens que auxiliam a tomada de decisão, sendo extremamente úteis já que integra diferentes perspectivas do problema em questão, fator indispensável para a tomada de decisão. Podem-se utilizar representações gráficas para a representação do problema, facilitando assim a compreensão de todos os agentes envolvidos (incluindo os que não possuem conhecimento técnico) podendo estes agregar conhecimento no processo decisório.

Um problema freqüente no processo decisório é o acúmulo de informações antes da análise destes dados, descobrindo-se após a análise que muitos destes dados não são possíveis de se obter, dados errados ou até informações desnecessárias para o seguimento da tomada de decisão. Este processo de coleta de informações demanda muito tempo e investimentos altos fazendo que o decisor não possa mais voltar atrás.

Na tomada de decisão acontecem as mesmas coisas, apenas quando se vai fazer a análise das informações obtidas que se descobre que a informação mais útil para o seu problema não foi obtida, comprometendo resultados e conseqüentemente os desdobramentos futuros do processo não obtendo resultados esperados. Desta maneira pode se pensar de maneira cíclica, voltando atrás, retornar o processo e reciclá-lo e melhorá-lo, de maneira contrária ao método tradicional de tomada de decisão em que se chega a certa altura que se está tão comprometido com tempo e dinheiro gastos que não se pode mais avançar e descobrir o que deveria ter sido feito. Andar para trás antes de fechar todas as questões pertinentes ao problema pode ser visto como um processo criativo e produtivo.

Segundo Bana e Costa o modelo construído para o apoio à decisão deve ser construído entre avanços e recuos, agindo de maneira cíclica e recursiva (VLECK, 1984), alternando entre as diversas etapas do processo decisório e seguindo uma abordagem interativa, construtiva e de aprendizagem, logo, fugindo dos modelos tradicionais otimizantes e normativos (BANA e COSTA, 1993).

Portanto, dentro deste contexto, procura-se construir um modelo que represente os sentimentos dos atores envolvidos a respeito do problema já que a subjetividade está onipresente na tomada de decisões (BANA e COSTA, 1993) em questão, porém sem a necessidade de ditar regras. Essa abordagem “*soft*” onde os valores, objetivos e normas dos atores estão envolvidos é importante, principalmente pela “*natureza mal definida*

da maioria dos problemas de decisão” (BANA e COSTA, 1993) que caracteriza os problemas complexos.

2.1.Complexidade

Segundo Casti (1994), “quando falamos em algo complexo, o que estamos fazendo é usar uma linguagem cotidiana para expressar o sentimento ou impressão a que atribuímos o rótulo de complexo”. Casti também argumenta que o significado para a palavra complexo depende do contexto, para ele, a complexidade de uma situação ou sistema não é um aspecto intrínseco dessa situação ou sistema tomados isoladamente mas “uma propriedade da interação dentre dois sistemas com um observador ou decisor”. Portanto, segundo Casti, complexidade surge na relação entre o observador e o observado.

A complexidade surge das limitações da nossa cognição assim como das características do problema, isso se dá ao considerar problemas multidisciplinares. Essa natureza encontrada nos problemas complexos não pode ser tratada pelos métodos de Pesquisa Operacional (PO) tradicionais, pois envolve muitos critérios qualitativos e informais dificultando na estruturação e modelagem do problema. A maneira de se abordar problemas complexos é através de ferramentas de modelagem multidisciplinares (nesta dissertação serão usados os mapas conceituais) sendo a melhor maneira de se lidar com problemas difíceis de estruturar.

Fundamentalmente a PO *soft* é voltada para problemas complexos e que se apresentam confusos e obscuros, tendo características plurais devido a multiplicidade dos agentes que o compõe (YOLLES, 2010). Rosenhead (1989) afirma que a PO *soft* está voltada para os problemas complexos sendo que as características da complexidade são: situações se tornam mais complexas quando envolvem pessoas, problemas complexos podem não estar bem estruturados, a complexidade aumenta com a incerteza no problema.

Segundo Yolles (2010) a PO *soft* pode ser usada para a solução de problemas complexos já que está voltada para situações que:

- Não se busca uma solução ótima, a escolha de soluções alternativas é aceitável;
- Aceita incerteza e pode deixar opções em aberto para posterior resolução;
- Facilita o planejamento de baixo para cima;

Para DeTombe (2002), a fundadora da “*Methodology of Societal Complexity*”, os problemas sociais complexos “cobrem todas as fases no processo de lidar um

problema, desde a sua percepção até a avaliação das intervenções”. Os problemas complexos apresentam causas múltiplas e de difícil precisão, dados ineficientes e as vezes conflitantes, envolvem diferentes atores, cada um com seu ponto de vista, objetivo e subjetividade própria (LINS, 2011).

Diante disso, para poder levar-se em consideração aspectos subjetivos do problema e ter uma integração das abordagens qualitativas e quantitativas, é necessário ter uma interação entre usuário e o decisor. Essa interação entre decisor e usuário é discutida em Barabba (1994) e Little (1994) e mais aprofundada em Menestrel *et all* (2004) onde inclusive ressalta que o decisor deve explicitar aspectos da situação que não são levados em conta no modelo, podendo identificar conflitos entre as avaliações qualitativas e quantitativas (LINS, 2011).

Portanto é importante não se levar em conta dados apenas quantitativos já que não consideram a subjetividade inerente ao ser humano presente nos atores, estando aí a importância de se aliar a PO tradicional (*hard*) e a PO *soft*.

2.2. Metodologia PO *Soft* para Estruturação de Problemas

A Pesquisa Operacional, originalmente (décadas de 40 a 60), buscava basicamente identificar uma solução para um problema dentre um grupo de alternativas. Assim, todo o esforço estava voltado apenas para encontrar uma solução, através de modelos matemáticos, chamada de ótima, solução esta que não era questionada fruto de uma visão “objetivista” sem levar em conta a complexidade dos problemas. Desta maneira, a PO servia apenas de ferramenta para apontar aos tomadores de decisão aquela alternativa que seria escolhida para determinada situação (Ensslim *et al* 2005)

A partir da década de 70, a PO começou a ser utilizada como ferramenta para a solução de problemas complexos e a posterior tomada de decisão, buscando atingir metas e objetivos previamente delimitados. Esta vertente da PO vem sendo tema de estudos nos últimos anos, sendo discutida por Ackoff (1979) e Checkland (1984) apud Lins (2011), que, notando que certos problemas possuem grande dificuldade de serem modelados matematicamente da forma tradicional devido à sua complexidade, necessitam outras ferramentas e metodologias que fujam da maneira tradicional de modelagem em PO.

Nas palavras de Checkland (1983) “*a fraqueza da PO tradicional é estar intimamente ligada à lógica em si, inclusive em situações em que a lógica não é*

rigorosamente necessária”. A PO *soft* surge justamente para complementar a vertente tradicional da PO (*hard*), utilizando de técnicas qualitativas, interpretativas e de cunho subjetivo para interpretar e definir o problema.

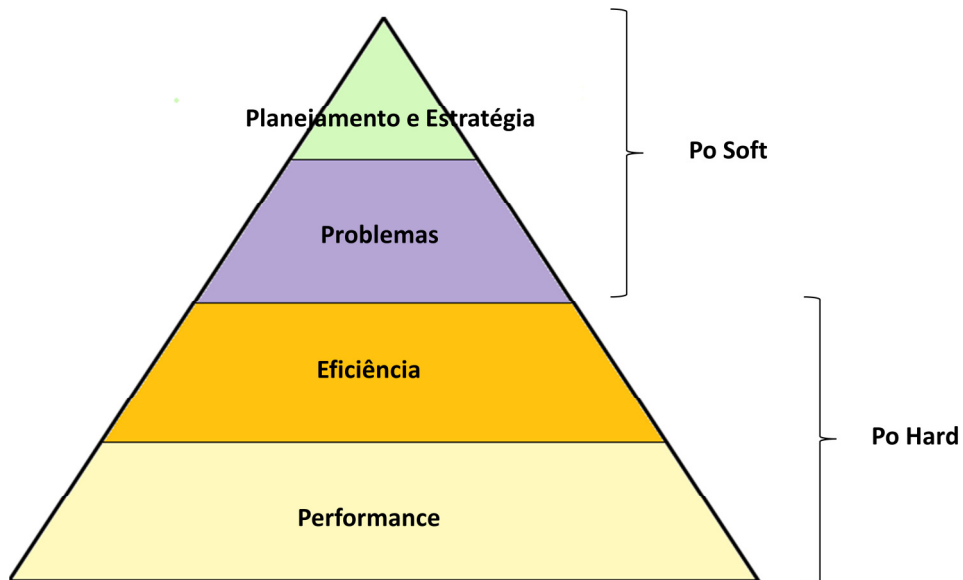


Figura 2.2.1 - Tipos de problema e sua respectiva vertente da Pesquisa Operacional (adaptado de Clutterbuck 2001)

A PO *soft* encontrou uma maneira de incluir as pessoas na sua modelagem, não apenas como meros participantes do modelo, mas como agentes com suas próprias particularidades, motivações, ética e subjetividade como um todo, entendendo e agregando a “imprevisibilidade” de seu comportamento e de suas ações. Em termos gerais a PO *soft* busca estruturar o problema através de técnicas qualitativas, racionais, definindo e explorando as varias perspectivas do problema, gerando debate, conhecimento e entedimento para progredir através dos problemas complexos.

Tabela 2.2.1 - Diferenças entre PO hard e soft (Munro e Wingers 2002)

| PO hard | PO soft |
|---|--|
| Apenas um tomador de decisão (ou um grupo em consenso) com objetivo claro e definido. | Há vários tomadores de decisão e diferentes grupos com diferentes perspectivas. |
| Há consenso sobre a natureza do problema. | A natureza do problema não é bem definida. |
| Os fatores mais importantes do problema podem ser quantificados. | Vários aspectos importantes do problema não podem ser quantificados (subjetivos). |
| Modelos matemáticos podem ser aplicados imediatamente. | Modelos matemáticos não devem ser imediatamente aplicados. |
| Incertezas podem ser modeladas | Incertezas não podem ser reduzidas a probabilidades. |
| Tomadores de decisão geralmente precisam ter habilidades analíticas e conhecimento matemático e computacional | Tomadores de decisão geralmente precisam ter habilidades comunicativas e capazes de facilitar <i>workshops</i> estressantes. |
| O papel do tomador de decisão é de um especialista no problema | O papel do decisor é de facilitador em um grupo de participantes |

Debates foram gerados nos últimos anos sobre o uso da PO *soft* para a estruturação de problemas complexos, sendo assim, na literatura, a maioria dos métodos de PO *soft* são chamados de “*Problem Structuring Methods - PSM*” (ROSENHEAD, 1980)

Segundo Rosenhead (1996) as técnicas tradicionais de PO oferecem pouca base para poder identificar onde está o problema em si, sendo os PSMs responsáveis por dar ajuda na identificação dos problemas, resultando em um problema bem definido e estruturado para a posterior resolução pela PO *hard*. Os PSMs representam métodos que capturam diferentes percepções da situação, integrando diferentes pontos de vista.

PSMs, segundo definição de Rosenhead (1996), são “(...) *grande grupo de abordagens para lidar com problemas, cujo propósito é ajudar na estruturação de problemas ao invés de buscar sua solução direta. São métodos participativos e interativos, oferecendo à PO acesso a uma gama de problemas onde a PO clássica possui limitações*”

Segundo Mingers e Rosenhead (2004), ao contrário dos métodos de PO tradicionais que alcançam apenas problemas bem estruturados (“*well structured*”), PSMs permitem alcançar problemas com limitações devido a sua complexidade e mal estruturados (chamados por eles de “*ill-structured*”), problemas que antes de sua solução matemática precisam ser estruturados da maneira devida, caracterizando-se por ter múltiplos agentes, incertezas, múltiplas perspectivas, subjetividade nos interesses e intangibilidade de alguns fatores.

Dessa maneira, PSMs oferecem uma forma de representar uma situação que permite que os agentes possam convergir sobre os problemas e chegar a um acordo que pode resolver o problema de forma parcial. Para isso, segundo Mingers e Rosenhead (2004) PSM deve:

- Permitir que as várias perspectivas sobre as alternativas sejam vistas em conjunto, uma com a outra.
- Ser “cognitivamente” acessível aos atores com diferentes níveis de conhecimento e sem treinamento de especialista.
- Ser operada de maneira iterativa, assim a representação do problema se ajusta refletindo as discussões entre os atores.
- Permitir melhoras locais e/ou parciais ao invés de uma solução global, que muitas vezes apresenta interesses conflitantes.

Em consequência desses requerimentos, embora as PSMs sejam sofisticadas na maneira que conceitua e interage com o processo decisório, possuem um aparato rudimentar quanto à modelagem matemática e estatística (MINGERS & ROSENHEAD, 2004).

Portanto a PO *soft* surge dos questionamentos quanto à aplicabilidade dos métodos *hard* da PO em problemas com complexidade. Na literatura podem-se

encontrar debates sobre as diferenças entre a abordagem *soft* e *hard*, bastante debatida por Checkland em seus artigos. Segundo Pidd (1998) e Checkland (1985) as vertentes da PO apresentam as seguintes características:

- **Definição do Problema:** a PO *hard* tem uma abordagem direta e unitária enquanto a PO *soft* tem uma abordagem pluralística e problemática
- **Objetivo:** a PO *hard* é orientada à busca de uma solução única, supondo que um cenário real pode ser planejado. A PO *soft* é orientada ao aprendizado, supondo uma realidade mais complexa mas que pode ser explorada.
- **A organização:** a PO *hard* a assume tacitamente enquanto na PO *soft* requer negociação;
- **O modelo:** a PO *hard* usa a linguagem de problemas e soluções enquanto a PO *soft* gera debate quanto ao mundo real para adequar ao modelo.
- **Resultado:** na PO *hard* é uma alternativa vista como solução ótima do problema e na PO *soft* a busca é pelo progresso e a aprendizagem.
- **Vantagens:** na PO *hard* se utiliza de poderosas ferramentas matemáticas e é facilmente validado enquanto a PO *soft* busca considerar a parte subjetiva dos problemas e pode ser utilizado tanto pelos especialistas quanto pelos detentores do problema.
- **Desvantagens:** a PO *hard* necessita profissionais especializados (excluindo os detentores do problema na estruturação e modelagem) e deixa de atender situações que vão além da lógica da situação enquanto a PO *soft* não produz respostas definitivas, possui problemas na sua validação.

Vidal (2006) discute também sobre as diferenças entre a PO *hard* e a PO *soft*, apontando críticas na abordagem *hard*. Segundo Vidal (*apud* Lins 2011), na visão *hard* da PO, o problema é visto seguindo os princípios das ciências naturais, desmembrando o problema e o estudando analiticamente através de quantificação e modelagem

matemática. A característica principal é a “objetivização” com foco totalmente voltado aos dados quantitativos e resultados mensuráveis não levando em conta a subjetividade dos atores. A abordagem analítica da PO *hard*, segundo Vidal, é chave para a solução do problema, reduzindo-os em um conjunto de problemas mais simples, resolvendo-os para depois juntá-los na solução total do problema. Apresentam também falta de flexibilidade, restritos e se apegam a sistemas já existentes.

Vidal lista uma série de críticas à PO *hard* dentre elas:

- A PO *hard* demanda por quantificação das variáveis e otimização. Em problemas complexos essa demanda reflete na limitação da sua modelagem. Ao invés de reconhecer este fato simplesmente trata sua modelagem como uma representação fiel de um cenário real. Assim a modelagem e solução matemática se torna foco central do problema em busca da geração de soluções ótimas, voltando toda a atenção do decisor para o modelo e sua solução em detrimento do problema real que precisa ser resolvido. Vidal chama isso de “*model escapism*”.
- Outra crítica feita por Vidal é a falta atenção da PO tradicional em captar as diferentes características do ser humano nas organizações, colocando o sistema a frente do homem.
- Vidal também destaca a limitação da PO tradicional em abordar problemas da vida real já que a PO demanda que os objetivos estejam claros e bem definidos desde o começo, o que não acontece em muitos casos, já que definir os objetivos é o problema central.

Finalmente Vidal (2006) lista as diferenças entre as abordagens *hard* e *soft* da PO:

- A estruturação dos problemas na PO *hard* segue os princípios do pensamento da “Era das Máquinas”, enquanto na PO *soft* as diretrizes seguidas são as do pensamento da “Era dos Sistemas”;

- A modelagem dos problemas pela PO *hard* adota os princípios das Ciências Naturais (objetividade e empirismo), enquanto na PO *Soft* a modelagem é qualitativa tendo como base a hermenêutica-fenomenologia (interpretação, modelos conceituais, subjetivismo);
- O pesquisador que adota os princípios da PO *hard* age no processo como especialista ou conselheiro, junto à alta gerência da organização, e o pesquisador *soft* atua em ambientes em que todos os atores têm participação ativa na modelagem e resolução de problemas, atuando, portanto como um facilitador.

A visão de Vidal sobre as diferenças entre a abordagem *soft* e *hard* da PO pode ser resumida na tabela abaixo:

Tabela 2.2.2 - Diferenças entre PO *hard* e *soft* (Vidal 2005)

| | PO <i>hard</i> | PO <i>Soft</i> |
|-----------------------------|---|---|
| Situação do problema | Bem definida | Problemática (“bagunçada”) |
| Foco | Resolver o problema | Estruturar o problema |
| Organização | Definida | Pode ser negociada |
| Metodologia | Lógica/matemática, modelos, o decisor é um especialista | Modelos Conceituais, o decisor é um facilitador |
| Resultado | Produto ou recomendação | Plano de ação, processo de aprendizagem |

Ao invés da modelagem dos problemas seguindo os métodos característicos das Ciências Naturais, a PO *soft* se utiliza dos princípios da hermenêutica-fenomenologia (VIDAL, 2006) (que se originam das Ciências Humanas e Sociais), através dos quais a realidade é construída a partir da percepção subjetiva dos atores envolvidos no processo, ou seja, a partir do significado que esses atores dão à essa realidade. A maioria das abordagens *soft* utiliza-se de conceitos do pensamento sistêmico (ÁREAS, 2011).

Vidal (2005) lembra que a aplicação de PSMs e abordagens soft são influenciadas pela realidade social em que ocorrem os processos de negociação – aqui chamados de processos sociais. Checkland (1999) afirma que a aplicação desses métodos e metodologias são influenciados pelo processo social, em que os resultados (que podem ser alterados ao longo do tempo) são obtidos através da contínua negociação e re-negociação entre seres humanos, que baseiam suas opiniões e pontos de vista em sua hereditariedade, sua experiência de vida e sua visão de mundo (Áreas, 2011).

2.3. Abordagens PSM e Representação do conhecimento

Nesta tese serão apresentadas algumas metodologias PSM e técnicas de mapeamento para a representação do conhecimento, dentre elas os Mapas Cognitivos, Mapas de Processos, SODA, SSM, SCA e finalmente os Mapas conceituais que foram a ferramenta utilizada para a estruturação e modelagem do problema, sendo mais detalhada ao longo do texto apresentando os mapas conceituais em cada passo na estruturação e modelagem do problema abordado.

2.3.1. Mapas Cognitivos

O mapeamento cognitivo de Colin Eden (EDEN *et al*, 1983) tem como objetivo auxiliar seus usuários na estruturação e compreensão de um determinado problema e, a partir das evidências, tomar decisões para reverter isso. O mapeamento cognitivo de Éden foi proposto para o desenvolvimento de mapas individuais e organizacionais de um grupo de pessoas (COSSETE & AUDET, 1992). Como um grupo, o mapeamento tem sido utilizado como a principal ferramenta do “*Strategic Options Development & Analysis – SODA*” (EDEN & RADFORD, 1990) facilitando o processo de comunicação entre os membros de um grupo de tomada de decisão, ajudando-os a expressar os seus pontos de vista, por isso, eles podem chegar a um consenso e compromisso para a ação (RIEG *et al*, 2006).

Cognição é um conceito geral que atinge todas as formas de conhecimento, incluindo raciocínio, percepção e julgamento (CHAPLIN, 1985). Os mapas cognitivos podem ser vistos como representações gráficas de conjuntos de representações discursivas feitas por um sujeito (o ator), com vista a um objeto (o problema), de acordo com Cossette e Audet (1992) e comentado em Rieg, 2006. Esta representação gráfica é

o resultado de uma interpretação mental que o analista (facilitador) faz a partir da representação discursiva realizada pelo sujeito (ator) sobre um problema.

O facilitador nunca é neutro, porque ele também interpreta e constrói os eventos que compõem o problema a partir do seu sistema de valores e de sua própria visão subjetiva do problema real (BANA E COSTA, 1992). Na realidade, os problemas sempre pertencem às pessoas, sendo construções que os indivíduos fazem sobre os eventos, a partir dos seus esquemas antecipatórios de percepção e exploração das informações.

Os mapas cognitivos não representam um modelo de descrição do pensamento do ator, não devendo ser feita qualquer correspondência direta entre o mapa e os pensamentos daquele ou o objeto do seu discurso (MONTIBELLER, 1996 e JARDIM, 2011). A interação pensamento-articulação, através da qual é construído o mapa cognitivo, é uma operação dinâmica, carregada de subjetividade, descompassada no tempo, recursiva e caracterizada pela reflexão e aprendizado.

Na abordagem cognitiva, um processo de negociação é estabelecido em que uma situação problemática do facilitador e agente se comprometem para construir a definição do problema, aceitando a suposição de intersubjetividade e aprendizado contínuo. Os mapas cognitivos podem, assim, servir como instrumentos de negociação.

Quando a intenção é estruturar problemas complexos e estabelecer diretrizes e ações estratégicas envolvendo questões como "*o que sabemos, o que fazemos e como fazemos isso,*" o uso eficiente dos mapas cognitivos depende essencialmente de três fatores: tipo particular de problema a ser estruturado, a natureza e as características do objetivo do decisor (JARDIM, 2001).

Individualmente, o mapeamento cognitivo deve ser utilizado para auxiliar uma pessoa – geralmente um tomador de decisão envolvido numa situação não estruturada – a explorar seu próprio entendimento de determinada situação problemática que deseja reverter, auxiliando assim a descrever e a estruturar melhor a situação problemática, procurando identificar quais os objetivos, questões chave, direções estratégicas e ações mais pontuais que possam viabilizá-la e, dessa forma, reverter a situação (EDEN *et al.*, 1979, 1983 e RIEG *et al* 2003).

Confrontado com problemas complexos que envolvem vários decisores, com relações de poder diferentes, cada um com diferentes valores, percepções e objetivos, o papel de facilitador na prática do apoio à decisão é buscar a compreensão e a

para o homem, o significado de algo se deriva do relativismo; e (iii) ao buscar compreender o significado de seu mundo, o homem organiza seu sistema de construtos.

Um constructo é uma idéia, uma informação. Os constructos são dispostos em nosso pensamento de uma forma hierárquica de modo que alguns deles são superiores a outros formando um sistema particular a cada indivíduo (RIEG *et al*, 2006). Segundo Kelly (1955) *apud* Pidd (1996), o sistema de constructos de cada pessoa se relaciona diretamente com as escolhas que faz de como agir frente aos acontecimentos.

Neste sentido, o mapeamento cognitivo de Colen Éden pode ser visto como uma tentativa de isolar e representar os constructos de uma pessoa e dispô-los de uma maneira hierarquizada.

Assim, um mapa ganha a forma de uma rede de frases (de 10 ou 12 palavras) ligadas entre si por meio de arcos direcionados, na qual cada frase captura e reflete diretamente a maneira como um indivíduo expressa uma idéia ou constructo (CROPPER & FORTE, 1997) sendo que estes podem refletir objetivos, explicações, problemas, oportunidades, necessidades, imposições, fatos, estratégias, etc. Por sua vez, os arcos direcionados, embora façam o mapa ter uma aparência de um diagrama de causa e efeito, na verdade, buscam representar não só este tipo de relacionamento, mas também a conexão de explicações a conseqüências, opções a resultados e ações a objetivos, etc., de acordo com a natureza dos conceitos por elas relacionadas.

O procedimento tradicional para obter o relato acerca da situação problemática consiste em estimular a criatividade do cliente através de perguntas, este último, devendo expressar livremente suas idéias. Neste sentido, quatro tipos de perguntas podem auxiliar bastante na superação das dificuldades iniciais: *Por quê?* para procurar explorar as razões de uma determinada afirmação; *Como?* para procurar explorar as formas que o cliente avalia como possíveis para viabilizar alguma ação; *Como isto se liga a...?* para procurar identificar explicações e conseqüências de uma determinada afirmação; *Ao invés de...?* para se explorar o conteúdo concreto daquilo que foi expresso pelo indivíduo (Rieg *et al* 2006).

2.3.2. Mapas de Processos

Em resumo, um processo é um conjunto estruturado de atividades que transformam entradas em saídas. Os processos devem ser mensuráveis, com indicadores claros de desempenho. Os processos são ativos estratégicos de uma organização que se

bem geridos geram grandes vantagens competitivas e ajudam na definição de responsabilidades, controles internos, padrões de trabalho para o cumprimento, performance, consistência.

Um "mapa de processo" visualmente descreve o fluxo de atividades de um processo. Um fluxo de processo pode ser definido como a seqüência e interações de etapas do processo relacionadas, atividades ou tarefas que compõem um processo individual, do começo ao fim. Um mapa do processo é lido a partir da esquerda para a direita ou a partir de cima para baixo buscando preferencialmente minimizar o chamado "refluxo" ou as setas que vão da direita para a esquerda ou para baixo para cima já que estas tornam seu entendimento e leitura mais difícil.

Mapas de processo são usados para desenvolver uma melhor compreensão de um processo, para gerar idéias para a melhoria do processo ou estimular o debate, aumentar a comunicação entre as partes envolvidas e para documentar um processo. Muitas vezes um mapa processo irá destacar problemas e identificar gargalos, duplicação, atrasos ou lacunas ajudando a esclarecer os limites de processo, a propriedade processo, as responsabilidades do processo, e as medidas de eficácia ou métricas de processo. Mapas de processo podem ser muito eficaz no aumento da compreensão do processo de atividades durante o treinamento de profissionais.

Embora criado em um contexto bastante diverso dos mapas conceituais e cognitivos, os mapeas de processos apresenta objetivos semelhantes. Segundo Andersel *et al*, (2008) *apud* Lins (2011), processos podem ser definidos como *“uma cadeia de atividades repetitivas logicamente conectadas, que utilizam os recursos de uma organização para refinar um objeto (físico ou mental) com o propósito de atingir resultados especo focados e mensuráveis para clientes internos ou externos”*.

É importante que os trabalhadores de uma organização adquiram uma visão dos processos em que estão envolvidos, porque não basta que eles otimizem suas próprias atividades. A otimização das partes individuais não otimiza o todo. Se ele não tiver a percepção do todo, pode prejudicar o desempenho global ao otimizar uma parte do processo. Isto porque os objetivos de um departamento, por exemplo, concorrem pelos recursos com outros departamentos de uma organização.

Segundo Andersen *et al* (2008) (*apud* Lins 2011), a importância primordial do mapeamento está no processo de conscientização resultante e na capacidade de instigar a mudança. Assim como os mapas conceitual e cognitivo, o mapa de processos permite

que cada agente transcenda a percepção restrita, resultante da especialização em tarefas ou metodologias. Facilita a transição entre a percepção de informações necessárias à execução de suas tarefas especializadas, e a percepção da relação entre suas atividades e as dos demais agentes do sistema.

2.3.3. SSM (*Soft Systems Methodology*)

A estruturação de problemas é considerada como um processo que inicia com um problema complexo não estruturado (entrada), caracterizados, segundo Mingers e Rosenhead (2004), pela existência de múltiplos atores, múltiplas perspectivas, interesses de difícil mensuração e/ou conflituosos e incertezas-chave, e termina com a formulação conjunta do problema e direcionando as soluções (resultado significativo). Segundo Kruijf (2007) os elementos centrais no processo de estruturação de problemas são a interação, percepções do problema e conhecimento (CURO *et al*, 2010).

A estruturação de problemas é uma forma específica de interação sociopolítica apontando à consciência de um problema para gerar, usar, intercambiar, confrontar, avaliar e integrar informação possível, o qual é estabelecido em suposições causais, normativas e finais sobre o problema e sua solução. (HISSCHEMÖLLER, 1993, *apud* KRUIJF, 2007).

Soft Systems Methodology também denominado Metodologia de Sistemas Flexíveis foi desenvolvida por Peter Checkland no período de 1969 a 1972 com o objetivo de aplicar as idéias sistêmicas ao mundo real e usando a experiência adquirida na modificação dessas idéias e sua metodologia de utilização, enfrentando assim problemas administrativos reais.

SSM (*Soft Systems Methodology*) é uma metodologia conformada por atividades humanas que comparte as características de um problema complexo não estruturado devido a que tem um fim perdurável no tempo e apresenta problemáticas de difícil definição e carentes de estrutura, sendo os fins, metas e propósitos, problemáticos entre sim. SSM tem a finalidade de aprendizado e ação sobre um sistema de aprendizagem da situação humana complexa e problemática, contribuindo à melhoria de processos que conduz à tomada de decisões adequadas na situação. (CHECKLAND, 1981 *apud* FREITAS *et al.*, 2008).

O SSM busca analisar sob o pensamento sistêmico, uma administração recorrente ou recursiva de controle e comunicação dentro de uma problemática

organizacional real, extraindo desta análise, ações de melhoria para o próprio “mundo real”. A complexidade desse mundo real compele as instituições a realizarem uma introspecção, analisando e avaliando suas atividades de maneira conjunta, conforme um pensamento sistêmico (BERTALANFFY, 1973, *apud* GUIRRO, 2002).

Desta maneira o SSM mistura as percepções do mundo real com as percepções do Pensamento de Sistemas (*Systems Thinking*) baseada nos seguintes passos (CHECKLAND, 1981 *apud* FREITAS *et al.*, 2008):

- **Estruturar e expressar a situação problemática:** A situação problemática não estruturada é descrita por cada participante em termos de seu ponto de vista e são construídas as figuras ricas para visualizar a forma como percebe a situação.
- **Construir os modelos conceituais:** De acordo as figuras ricas (*rich pictures*) são construídos os mapas conceituais.
- **Comparar e mudar os pontos de vista:** Os modelos conceituais são comparados e usados para discutir as diferenças e as formas de resolver o problema.

De acordo com Ferreira (2008), a metodologia SSM tem como principal objetivo identificar e estruturar situações problemáticas e com dificuldades de definição, visando de forma encadeada, relacionar o mundo real e o mundo do pensamento sistêmico, para se chegar às ações que promovam a solução de um problema com o propósito de alcançar um sistema desejável. É importante enfatizar que SSM é uma metodologia que envolve o mundo real, onde se identificam as pessoas, as situações problemáticas e sua análise cultural, e os sistemas mentais, onde se enlaçam de forma lógica os pontos de vista de cada participante sob a elaboração do mapa conceitual.

Segundo Curo *et al*, 2010, a metodologia SSM emergiu a partir do fracasso das outras abordagens de enfoque sistêmico quando aplicadas aos problemas e situações novas e desafiadoras que um gerente enfrenta no dia-a-dia (embora se mostrassem muito eficazes quando aplicadas em projetos tecnológicos).

A Análise de Sistemas (*system analysis*), a Engenharia de Sistemas (*systems engineering*) e a própria Pesquisa Operacional clássica (ou *hard*), não obstante a diferença entre elas com relação a seus procedimentos, na verdade obedeciam aos

mesmos princípios: grande parte dos problemas da vida real podia ser resolvida através de modelos elaborados partindo-se de um objetivo pré-determinado, tido como desejável. Em outras palavras, a montagem dos modelos de resolução era feita de maneira a que o objetivo desejável fosse obtido – sendo, então, o modelo específico para aquela problemática dada. Essa concepção de resolução de problemas é conhecida como *Hard Systems Thinking*.

A filosofia do SSM está em total consonância com o clássico artigo de Ackoff (1979), que afirmava ser impossível observar uma situação real e descrevê-la, em termos de um sistema de atividades humanas, de modo neutro. A multiplicidade de maneiras com que uma situação pode ser percebida pelos envolvidos no processo vem do fato de que uma pessoa enxerga essa situação influenciada por sua visão de mundo (isto é, sua bagagem cultural).

Checkland (1981) em *Systems Thinking, Systems Practice* mostra uma série de estudos baseados nos fundamentos do *Hard Systems Thinking* que levaria ao desenvolvimento do SSM. O objetivo desses estudos era o desenvolvimento de uma metodologia para aplicação em situações do mundo real, utilizando os conceitos da Teoria dos Sistemas. A experiência adquirida com esses estudos levaria eventualmente ao desenvolvimento do SSM como um processo composto por sete estágios vistos na figura a seguir:

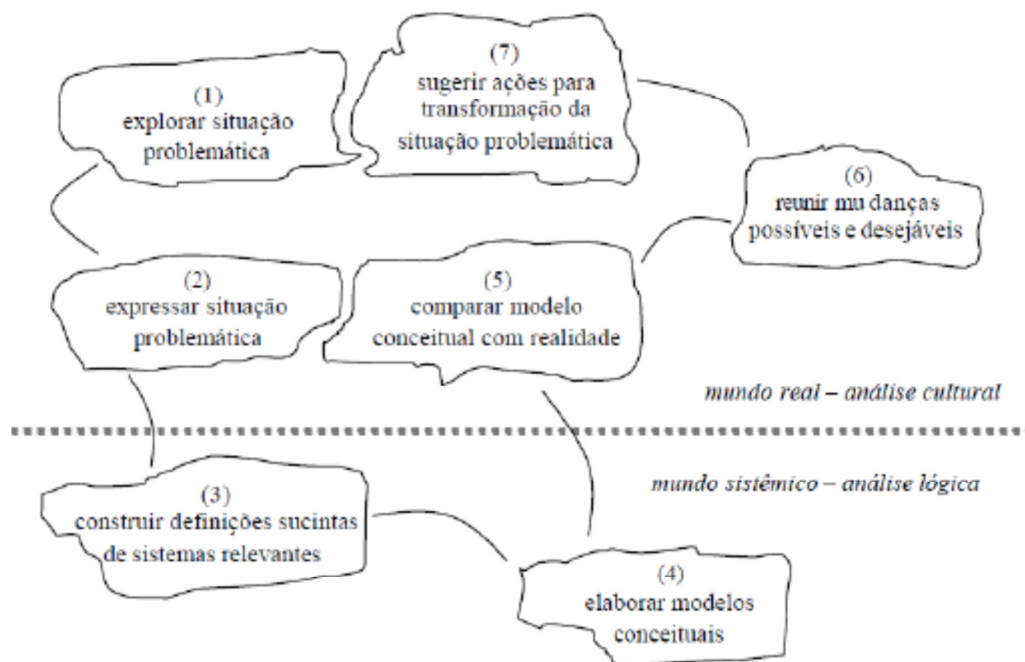


Figura 2.3.3.1 - Estágios SSM. Retirado de Checkland (1985) *apud* Curo *et al* (2010)

2.3.3.1. Os sete estágios do SSM

A seguir são comentados os sete estágios do modelo SSM (CURO *et al* 2010):

- **Estágios 1 e 2, explorar e expressar a situação problemática.**

A analista coleta dados, das mais diversas origens e tipos, para obter uma visão mais rica quanto possível da situação em estudo. Checkland (1981) define essa visão como *rich picture*. Construir uma *rich picture* consiste em considerar todos os pontos de vista da situação que sejam relevantes para o entendimento da mesma. Estas figuras não representam o problema e sim a situação real em que ele é percebido.

- **Estágio 3, contruir definições sucintas dos sistemas relevantes (*Root definitions*).**

Segundo Checkland (1981), “*uma root definition deve ser uma descrição concisa de um sistema de atividades humanas que captura uma visão particular deste*”. Além desta descrição concisa, a perspectiva da situação é mais bem definida através de certos artifícios, como o mnemônico CATWOE apresentado a seguir:

C – Client – Vítimas/Beneficiários de T

A – Actors – Realizadores das atividades explicitadas em T

T – Transformation Process – Em que consiste a transformação T?

W – Weltanschauungen – Que visão de mundo está por trás da definição da transformação T?

O – Owner – Quem pode interromper a transformação T?

E – Environmental Constraints – Quais as restrições admitidas no ambiente?

- **Estágio 4, elaborar modelos conceituais.**

É construído um modelo que realiza a transformação de *inputs* em *outputs*, descrita nas *root definitions* e correspondente à letra T do CATWOE. Checkland (1981) afirma que “*qualquer root definition pode ser encarada como uma descrição de um*

conjunto de atividades humanas com propósitos, concebido como um processo de transformação. O que é feito no Estágio 4 é construir um modelo do sistema de atividade necessário para atingir a transformação descrita na definição”.

- **Estágio 5, comparar o modelo com a realidade**

Nesse ponto a metodologia retorna ao “mundo real”. É o momento em que os modelos conceituais são comparados com a realidade, com o objetivo de se obter visões que possam trazer melhorias para a situação observada. Segundo Pidd (1998), é importante considerar na comparação, a participação dos envolvidos no problema, as ações e mudanças necessárias para a transformação da situação problemática.

- **Estágios 6 e 7, mudanças desejáveis e viáveis e, ações para a transformação.**

Nos dois últimos estágios, dentro do mundo real, elaboram-se recomendações de mudança através do conhecimento cultural da empresa sugerindo-se a implementação daquelas que tenham sido testadas para comprovar a viabilidade de sua utilização.

Ou seja, partir da comparação realizada no estágio anterior, mudanças sistematicamente desejáveis (que tenham sido identificadas como necessárias no modelo conceitual) e culturalmente viáveis (que não firam os valores e a cultura das pessoas envolvidas na situação problema) são identificadas e postas em prática.

2.3.4. SODA (*Strategic Option Development and Analysis*)

Uma das críticas às ciências administrativas é que, devido a grande incerteza que caracteriza a tomada de decisão e o planejamento estratégico, suas técnicas e modelos se tornam limitados. Os métodos soft tentam dar uma contribuição útil para tais problemas, verificando não só como deve ser feito mas também o que deve ser feito. A SODA é Método desenvolvido por Colin Eden (1988) que tem por objetivo elaborar um modelo da situação estudada, na forma de um mapa cognitivo que reflete os pontos de vista de cada um dos integrantes do grupo que resolverá a situação-problema, o que favorece o diálogo entre os atores no sentido de aperfeiçoar a representação da situação e confere um caráter cíclico ao método.

O sucesso da aplicação de SODA não é medido através de conceitos como otimalidade e racionalidade, e sim pelo grau de comprometimento dos atores quanto à modelagem da situação e as ações a serem realizadas. Em outras palavras, não se busca

a “resposta certa”, e sim o consenso entre os atores (Eden e Ackermann, 2001 e Áreas, 2011).

Eden e Ackermann (2001) definem as seguintes características que um consultor deve apresentar para aplicar SODA:

- Deve gostar de trabalhar em conjunto e diretamente com o grupo de resolução do problema (*problem-solving group*), através de workshops, ao invés de pesquisar e analisar as características da situação, sem levar em consideração a visão particular de cada envolvido;
- Deve preferir trabalhar com pequenos grupos;
- Deve preferir trabalhar no auxílio da solução dos problemas de forma cíclica e flexível, ao invés de seguir um roteiro padronizado e linear para suas ações;

Uma aplicação da abordagem SODA sempre terá como base as seguintes dimensões (EDEN & ACKERMANN, 2001):

- **O indivíduo** – Uma aplicação de SODA tem foco no subjetivismo e nas visões particulares da situação/problema do grupo de clientes (atores). Assim, os clientes não fornecem ao consultor uma percepção objetiva do mundo, e sim construções psicológicas particulares desse mundo. Essas visões particulares são representadas por meio de mapas cognitivos. Um mapa cognitivo é um modelo composto por conceitos relacionados à visão de mundo que o indivíduo possui, e cada conceito é explicado (ou seja, ganha um significado) através de sua relação com outros conceitos. A utilização da visão particular de cada um enriquece a compreensão da situação-problema, e a forma de comunicação entre os participantes é a linguagem.

- **Natureza da Organização** – Como a tomada de decisão em SODA é centrada no indivíduo, a organização é vista como uma “empresa negociada”, em que há intensa negociação entre os participantes e seus papéis são continuamente negociados e renegociados.

- **Prática de consultoria** – O papel do consultor é o de um facilitador dessas negociações. Ele tanto planeja quanto gerencia essas negociações.

- **Técnica e Tecnologia** – O uso de uma “ferramenta” (aqui no sentido de artefato, dispositivo) facilitadora faz com que as 3 dimensões acima sejam respeitadas. Além

disso, essa ferramenta permitiria ao consultor não apenas gerenciar o processo de negociação, mas também tomar ciência do que está sendo discutido. Em aplicações de SODA, geralmente a tecnologia utilizada é o software *Decision Explorer*, desenvolvido nas Universidades de Bath e Strathclyde.

Em uma aplicação de SODA, os mapas cognitivos individuais são construídos pelo consultor por meio de entrevistas. O consultor deve construir o mapa cognitivo a partir das palavras do próprio entrevistado, ou seja, este precisa estar seguro de que o mapa é “seu” (no sentido de que reflete a sua visão particular da situação em estudo). Para que isso aconteça, o processo de construção deve ser interativo, ou seja, baseado na constante comunicação e livre troca de idéias entre o consultor e o entrevistado. O consultor não deve basear a entrevista numa pauta pronta e imutável; o consultor deve formar suas perguntas a partir das próprias informações que vão sendo fornecidas pelo entrevistado. Com isso, estabelece-se uma relação de confiança entre entrevistado e consultor.

Depois dos mapas dos indivíduos prontos, deve-se procurar por ligações, diferenças e semelhanças entre os mapas dos participantes, unindo esses mapas, criando o que é denominado mapa estratégico. O mapa estratégico é elaborado para que todos os participantes possam se identificar, com a idéia de levar o grupo em direção ao comprometimento com o objetivo ou ação. Pode-se dizer que os mapas individuais são uma descrição subjetiva das questões levantadas e o mapa estratégico é uma descrição intersubjetiva.

Através do uso do mapa estratégico, os *workshops* SODA têm por objetivo possibilitar a negociação entre os membros da equipe de maneira que tanto eles quanto o consultor possam entrar em acordo em relação a ações com as quais estejam comprometidos. Eden (1989) sugere alguns princípios no desenvolvimento dos *workshops* SODA:

- Criar uma atmosfera que seja favorável ao trabalho e que permita que as pessoas relaxem;
- Consultor precisa permanecer no controle dos procedimentos;
- Consultor deve vir para o workshop com uma agenda a ser cumprida;

O *workshop* deve ser realizado em dois passos: (1) parte introdutória, onde os indivíduos vêem seus pontos de vista como parte de algo maior, e comecem a compreender o ponto de vista dos outros. (2) a segunda parte é dedicada a discutir as questões com maiores.

Na etapa seguinte do *workshop* – em que os participantes já assimilaram os resultados obtidos com o mapa estratégico – o debate é encorajado e o consultor expande os mapas na medida em que as discussões prosseguem. Também é comum nesta etapa que o facilitador identifique certas ações a serem realizadas para que a aplicação do método seja a mais eficaz possível.

2.3.5. *Strategic Choice Approach (SCA)*

O SCA (*Strategic Choice Approach*), metodologia desenvolvida por Friend e Hickling (2005), é voltado para o auxílio a grupos de tomadores de decisão envolvidos em processos decisórios nos quais exista alto grau de incerteza quanto a aspectos da situação em estudo. O SCA lida com essas incertezas de forma estratégica. Baseia-se em *workshops* nos quais são definidas as áreas de decisão (isto é, os vários aspectos de um problema) e suas interconexões que serão priorizadas pelos atores participantes do processo (*decision-makers*). Por lidar com questões com alto grau de incerteza, em situações em que decisões têm de ser tomadas, muitas vezes em caráter de urgência, o SCA também é conhecido como *Planning Under Pressure*.

Segundo Vidal (2005), uma aplicação de SCA consiste em quatro etapas:

- **Modelagem** (*shaping mode*) – Onde o foco do problema é definido. O grupo de participantes levanta as áreas de decisão do problema, suas ligações e decidem quais são as mais urgentes;
- **Delineamento** (*designing mode*) – As áreas de decisão são analisadas em termos dos possíveis cursos de ação (opções existentes para cada uma das áreas de decisão) e de restrições que possam existir, de natureza técnica ou política;
- **Comparação** (*comparing mode*) – Critérios são definidos e utilizados para avaliação e a comparação das opções de decisão;
- **Escolha** – (*choosing mode*) – Para as combinações de opções de decisão que pareçam mais promissoras, faz-se uma análise das incertezas que ainda permaneçam, e

como lidar com elas. Discute-se a respeito das decisões que serão tomadas já e no futuro.

Vidal (2005) lembra ainda que o processo de aplicação do SCA é cíclico, bem como a estrutura linear das referidas etapas pode ser alterada, de acordo com as circunstâncias da situação problemática a ser resolvida. De acordo com o contexto em que a metodologia é empregada e as particularidades do processo de estudo da situação (que variam de caso a caso) o facilitador pode por bem optar por se movimentar livremente entre as etapas, sem seguir rigidamente a ordenação sugerida acima. A figura abaixo (extraída de FRIEND & HICKLING, 2005) demonstra visualmente o processo do *Strategic Choice Approach*.

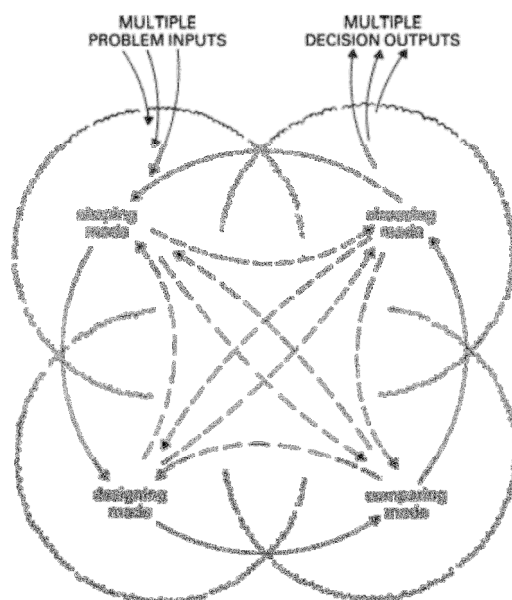


Figura 2.3.5.1 - Processo do SCA. Retirado de Friend e Hickling 2005

2.3.6. Mapas Conceituais

Os modelos conceituais foram realizados de forma a vislumbrar a situação, podendo se perceber as perspectivas dos diferentes agentes envolvidos no foco do trabalho, elicitando o conhecimento e o representando formalmente, sendo ferramenta importante para a estruturação e a tomada de decisão.

O mapa conceitual é uma ferramenta poderosa de anotação de informações de forma não linear, sendo elaborado em forma de teia, constituindo em um bom recurso gráfico que substitui o processo convencional de anotações sob a forma de listagem linear. Um bom mapa conceitual mostra a "fotografia" do assunto, evidencia a

importância relativa das informações ou conceitos relacionados ao tema central e suas associações, permitindo assim uma visão geral do problema (ARCHELA, *et al.* 2004).

Esta abordagem dos mapas conceituais está embasada em uma teoria construtivista, entendendo que o indivíduo constrói seu conhecimento e significados, a partir da sua predisposição para realizar esta construção. Servem como instrumentos para facilitar o aprendizado do conteúdo sistematizado em conteúdo significativo para o aprendiz.

Em um sentido amplo, mapas conceituais são apenas diagramas indicando relações entre conceitos. Mais especificamente, podem ser vistos como diagramas hierárquicos que procuram refletir a organização conceitual de uma disciplina ou parte dela, ou seja, derivam sua existência da estrutura conceitual de uma área de conhecimento⁸. Representam uma estrutura que vai desde os conceitos mais abrangentes até os menos inclusivos. São utilizados para auxiliar a ordenação e a sequenciação hierarquizada dos conteúdos de ensino, de forma a oferecer estímulos adequados ao aluno. Observando os mapas conceituais como grafos direcionados, onde os nós representam conceitos expressos através de algumas poucas palavras, as relações entre dois conceitos formam proposições, lidas a partir de um nó, através de um arco, até um segundo nó, trata-se, portanto, de um instrumento muito flexível e como tal pode ser usado em uma variedade de situações com diferentes finalidades.

Segundo Crandall *et al* (2006), os Mapas Conceituais foram desenvolvidos ao longo do programa de pesquisa de Joseph Novak, no qual ele procurava entender e acompanhar as mudanças no conhecimento científico dos estudantes. Os mapas conceituais encorajam os estudantes a utilizar padrões de aprendizagem significativa, ao invés da aprendizagem por repetição mecânica, e engajar-se em pensamento crítico (MINTZES, WANDERSE & NOVAK, 2000).

Portanto, os mapas conceituais são diagramas usados para representar e transmitir o conhecimento. A idéia de usar diagramas para expressar estruturas lógicas tem uma história rica na matemática, incluindo alguns trabalhos do psicólogo-lógico Charles Peirce e do matemático Gottfried Frege (CRANDALL *et al*, 2006).

8 MOREIRA, M.A. Concept maps as tools for teaching. *Journal of College Science Teaching*, Washington, 8 (5), p. 283-86, 1979.

Diversas empresas tem usado os Mapas Conceituais (MC) para preservar e compartilhar o conhecimento organizacional, assim como prover uma infra-estrutura para a gestão de projetos e apoiar a formação de consenso entre especialistas. A busca de pontos consensuais é importante para o tratamento formal de processos decisórios, e está presente também em outros métodos de estruturação de problemas, como os mapas cognitivos. Entretanto, em situações informais, que decorrem da gestão das decisões no dia a dia das organizações produtivas, os conflitos afloram e manifestam-se sob diversas formas, como a sonegação de informações, as operações “tartaruga”, a manipulação de interesses e outros tipos de mentira e auto-engano.

A construção de MCs requer habilidade e experiência para estruturar o conhecimento em subdomínios agregados (clusters) e hierarquias funcionais, causais ou intencionais (LINS, 2011). Ao contrário de outros métodos baseados em diagramas, como os mapas cognitivos (ACKERMAN & EDEN, 2001), os grafos conceituais (SOWA, 1984) e os mapas mentais (BUZAN & BUZAN, 1996), os MCs não impõem restrições à semântica das interligações entre conceitos (LINS, 2011). Diferentemente das redes semânticas (FISHER, 1990) e dos mapas mentais, em que os conceitos mais básicos são localizados no centro do diagrama e os conceitos subordinados irradiam para fora em todas as direções, nos mapas conceituais os conceitos mais importantes ou mais gerais são colocados na parte superior do mapa, e os mais particulares na parte inferior.

Embora os mapas conceituais possam transmitir informações factuais tão bem quanto os textos, esses organizadores gráficos são mais efetivos que os textos para ajudar os leitores a construir inferências complexas e integrar as informações que eles fornecem (VEKIRI, 2002). Eles também têm o potencial de melhorar a acessibilidade e usabilidade materiais durante uma pesquisa na medida em que apresentam marcas visuais-espaciais que podem guiar uma seleção ou categorização.

Existe a comprovação empírica sobre a eficiência de buscas, onde se comprova a que os interessados localizam mais informações quando elas são apresentadas em formas de mapas ao invés de textos (O'DONNELL, 1993).

Os mapas conceituais podem ser usados em duas abordagens diferentes: para representar o conhecimento tácito sobre estruturas analíticas que não são dependentes de perspectivas ou para fazer explicitar diferentes pontos de vista subjetivos sobre um problema particular.

Na primeira abordagem, procura compreender as perspectivas dos diferentes atores envolvidos em um problema complexo social, elicitando e representando o conhecimento formal, sendo uma importante ferramenta para estruturação e tomada de decisão. Neste sentido, eles são uma ferramenta alternativa para transmitir informação em métodos de estruturação de problemas (ROSENHEAD & MINGERS, 2001).

Na segunda abordagem procura refletir a organização conceitual de uma mesma disciplina, ou seja, derivam sua existência a partir da estrutura conceitual de uma área de conhecimento (MOREIRA, 1979). Eles representam uma estrutura que vai desde os conceitos mais amplos ao menos inclusivo e são utilizados para suportar uma ordem hierárquica e sequenciação de conteúdos de aprendizagem, a fim de proporcionar um estímulo adequado para o leitor.

Ambas as abordagens são aplicadas no presente trabalho, na primeira abordagem mapas conceituais das partes interessadas e as suas opiniões sobre o assunto são mostrados. Foram discutidos os pontos de vista dos pacientes e um cardiologista ajudando a elucidar essa complexidade na relação entre médico e paciente, assim, gerando uma discussão sobre a situação da saúde pública no Brasil para tratar doenças cardíacas, destacando seus prós e contras. Na segunda abordagem um mapa conceitual do problema em si é mostrada, com todas as suas subdivisões e restrições para apoiar a modelagem matemática do problema.

Tudo isto evidencia em como os MCs podem ajudar a estruturar e modelar o problema que é tratado neste trabalho. Visto que é um problema complexo e possui múltiplos agentes, o uso dos MCs se torna de grande valia já que ira evidenciar a visão destes múltiplos agentes, assim como suas reações, interesses e complexidade natural, ajudando na estruturação, organização, vislumbre dos dados para posterior abordagem matemática que será dada.

3. Definição do Problema – Abordagem da IC através da dietoterapia.

A quebra de paradigma na abordagem da IC tem demonstrado que o tratamento não farmacológico deixa de ser um simples complemento da farmacoterapia, tornando-se parte integrante e indispensável da terapêutica desta complexa síndrome. A não adoção destas medidas coloca em risco a eficácia do tratamento de pacientes com IC, contribuindo para maior equilíbrio da doença, melhorando a capacidade funcional e a qualidade de vida com impacto positivo na morbimortalidade.

A intervenção nutricional deve ser realizada em duas etapas distintas: diagnóstico nutricional e planejamento alimentar de forma clara e simples. A anamnese alimentar propicia o conhecimento da qualidade e da quantidade alimentar do paciente, possibilitando identificar suas preferências e aversões, além das limitações de ordem cultural e econômica que possam interferir na orientação dietética.

Destaca-se também que a IC leva a uma série de alterações fisiológicas das quais muitas influenciam diretamente o estado nutricional.

A evolução clínica dos pacientes com IC, por via de regra, caminha para quadros variáveis de desnutrição. Esta ocorre devido à dispnéia, fadiga, náuseas, anorexia etc., tendo como consequência perda de peso corporal, podendo haver diminuição da massa muscular do coração vindo a ser um fator adicional na descompensação cardíaca e finalmente constituindo em um importante fator na redução da sobrevida de pacientes com IC, daí a importância de ter um estudo que inclua a terapia nutricional no tratamento destes pacientes.

3.1. Coleta de Dados – Micro e Macro nutrientes dos alimentos

A maioria das fontes de dados em uso atualmente no Brasil são antigas e desatualizadas. As tabelas brasileiras, além de incompletas quanto aos nutrientes, são frequentemente falhas quanto à descrição dos procedimentos analíticos e constituem na verdade, compilações de tabelas estrangeiras (RIBEIRO *et al* , 1995).

De acordo com Botelho *et al* (2005), grande parte das tabelas encontradas no mercado brasileiro não disponibilizam informações importantes sobre a metodologia utilizada na coleta de dados tais como: as marcas dos utensílios domésticos utilizados para a obtenção dos resultados, as regiões em que os dados foram coletados e se foram utilizadas marcas diferenciadas na elaboração dos resultados.

Menezes *et al* (2003) destacam que dados de composição de alimentos não podem ser considerados como absolutos, pois como se referem a material biológico apresentam variações em função de inúmeros fatores como safra, variedade, solo, clima, formulação e preparação. Além disso, os valores apresentados em uma tabela representam uma estimativa média, referente a um determinado número de amostras ou alimentos compilados.

Dados de composição de alimentos são raramente verdadeiros ou falsos de maneira absoluta, pois um *quantum* de fatores podem influenciar as análises do material biológico (KLENSIN, 1992 *apud* MENEZES *et al*, 2003). Todavia quando se avalia e

compara valores oriundos de diferentes tabelas, é imprescindível observar quais critérios foram adotados para este fim (MENEZES *et al*, 2003).

A tabela abaixo apresenta uma compilação de algumas tabelas utilizadas no país e respectivas observações baseadas em pesquisas sobre a descrição dos autores contida nestas ferramentas acerca da metodologia utilizada para sua construção:

Tabela 3.1.1 - Tabelas de composição de alimentos usadas no Brasil para a elaboração de dietas (retirado de Lopez, 2006)

| Tabela | Metodologia |
|---|--|
| Tabela para Avaliação do Consumo Alimentar em Medidas caseiras Ferreira et al. Editora Ática, 2001. | Apresenta as quantidades de alimentos e preparações em medidas caseiras, a inserção dos dados foi precedida da aquisição do produto e pesagem. Para alimentos e preparações não presentes em tabelas consultadas foi realizada análise química. O peso em gramas de cada medida caseira expressa a média de três pesagens. A padronização dos conceitos do tamanho das porções é resultado do consenso do grupo de nutricionistas responsáveis pelo trabalho. |
| Nova Tabela de Alimentos Equivalentes Luz e Gomes. Editora Defensor, 2001 | Os alimentos são apresentados em sete categorias onde foram selecionados baseando-se no critério de faixas calóricas, a metodologia inclui a pesagem de alimentos crus e cozidos em medidas caseiras padronizadas em gramas. As referências bibliográficas utilizadas foram as bases de dados do modelo de lista de equivalentes proposto pela Associação Americana de Diabetes, adaptada no Brasil. |
| Tabela de Alimentos Equivalentes Tuma e Monteiro Editora Nutrisa, 1999. | Os alimentos foram agrupados em dezesseis grupos, considerando a semelhança na composição química, foi estabelecido um padrão quantitativo de macronutrientes e calorias para cada um deles, o alimento de uso mais freqüente foi considerado padrão. O peso ou volume foi estabelecido com base na equivalência média dos macronutrientes por grupo, os dados representam a média de três pesagens, as medidas caseiras são apresentadas com unidades decimétricas comuns. A composição química baseou-se nas tabelas de uso nacional e internacional e fichas técnicas fornecidas por empresas alimentícias, aqueles cuja composição não foi encontrada na bibliografia, foi analisado em laboratório especializado. |
| Tabela de Composição Química dos alimentos - Guilherme Franca, 2002 | Não apresenta introdução, nem tão pouco a metodologia utilizada. |
| Tabela Brasileira de Composição de Alimentos (TBCA-USP)- Departamento de Alimentos e Nutrição Experimental Faculdade de Ciências Farmacêuticas - USP e BRASILFOODS (Rede Brasileira de Sistemas de Dados de Alimentos). | Os dados são provenientes de análises químicas, não tendo sido incluídas informações de rótulos de alimentos ou outras tabelas nacionais ou estrangeiras. As informações foram obtidas mediante a adoção de inúmeros critérios, que envolvem a descrição detalhada do alimento, todo o processo analítico, desde a amostragem até o controle da qualidade analítica e o procedimento de compilação utilizado. Os dados de nutrientes apresentados representam um valor médio, proveniente de um determinado número de amostras |
| Estudo Nacional de Despesa Familiar Tabela de composição de Alimentos IBGE, 1999. | Para cada alimento foram escolhidas, as áreas consideradas mais representativas em relação ao número de análises efetuadas e aos métodos de análise utilizados para determinar os teores nutricionais, foram utilizadas apenas as tabelas cujo a metodologia de cálculo de nutrientes e calorias eram devidamente documentadas. Não apresenta medidas caseiras. |

A importância da confiabilidade dos dados das tabelas fica clara no estudo realizado por Saunders *et al* (2000), cujo objetivo era avaliar o risco de hipovitaminose A em pacientes gestantes. Para conversão dos dados dos inquéritos dietéticos foram consultadas cinco tabelas de composição de alimentos distintas. Os resultados obtidos foram discrepantes entre todas as tabelas consultadas.

Rodríguez (1994) adverte que para um software em nutrição atenda ao máximo às necessidades do usuário, deve possuir características de tal forma que

produza resultados mais exatos, lógicos e reprodutíveis e observa que a informática vem sendo introduzida cada vez mais nas diferentes atividades desempenhadas por um nutricionista.

Analisando a bibliografia (RODRIGUEZ, 1994 e LOPEZ, 2006), autores indicam que a tabela TACO/TBCA é a mais completa encontrada atualmente, apresentando atualizações recorrentes tanto no acréscimo de alimentos à tabela quanto a revisões das composições de micro e macro nutrientes, portanto foi a utilizada como base de dados para resolução do problema proposto com objetivo de obter a composição dos alimentos consumidos no Brasil, sendo escolhidos 200 alimentos dentro de 6 grupos diferentes, carnes, verduras e legumes, cereais, leites e derivados e grãos para obter-se uma dieta balanceada.

Para a formulação das restrições foram feitas consultas e entrevistas em sucessivas rodadas com nutricionistas do Instituto de Nutrição da UFRJ e médicos para um melhor entendimento e coleta de informações sobre as necessidades determinadas para uma pessoa com ICC, que diferem de uma pessoa com saúde normal, além de consultas em livros e artigos científicos, sendo o mapa conceitual ferramenta chave na modelagem e formulação do problema.

3.2. Escolha das Restrições Alimentícias

A dietoterapia tem como objetivo fornecer calorias e nutrientes necessários, minimizar a perda de peso e recuperar o estado nutricional e evitar a sobrecarga cardíaca.

Para alcançar esses objetivos alguns nutrientes devem ser observados especialmente para pacientes com IC, são estes (baseado em Sahade e Montera 2009):

Tabela 3.2.1 - Adequações dietéticas para pacientes com insuficiência cardíaca

| Nutrientes | Recomendações |
|------------------------------------|---|
| Valor energético da dieta (V.E. D) | 28 a 32 kcal/kg/dia |
| Carboidratos | 50 a 60% do V.E. D Priorizando carboidratos de baixa carga glicêmica |
| Proteínas | 8 a 10g/kg/dia |
| Gorduras Saturadas | <30% do valor energético da dieta (aprox 9g/dia) |

| | |
|-------------|-----------------------|
| Cálcio | 1000 mg/dia no mínimo |
| Cobre | 0,9 a 10 mg/dia |
| Colesterol | <200g/dia |
| Sódio | 2-3g/dia |
| Zinco | 15 a 40 mg/dia |
| Vitamina C | >90 mg/dia |
| Fibras | 20g a 30g/dia |
| Vitamina B6 | 2mg/dia |
| Magnésio | 350 a 420mg/dia |
| Manganês | 2,3mg a 11mg/dia |
| Ferro | 8mg a 40mg/dia |

Tendo como base as necessidades nutricionais foi montado o mapa conceitual que é apresentado a seguir. O mapa conceitual ajuda no entendimento geral da problemática, sendo uma maneira de representar graficamente a modelagem e, posteriormente, os seus principais nós serão detalhados, que no caso deste problema são as restrições do modelo.

Todas as restrições possíveis discutidas na bibliografia e nas entrevistas com os médicos/nutricionistas foram detalhados e explicitados no mapa conceitual (parte direita do mapa conceitual) e abaixo seguem estes requisitos nutricionais detalhados nas suas quantidades máximas e mínimas e as justificativas de sua importância de estarem presentes na dieta.

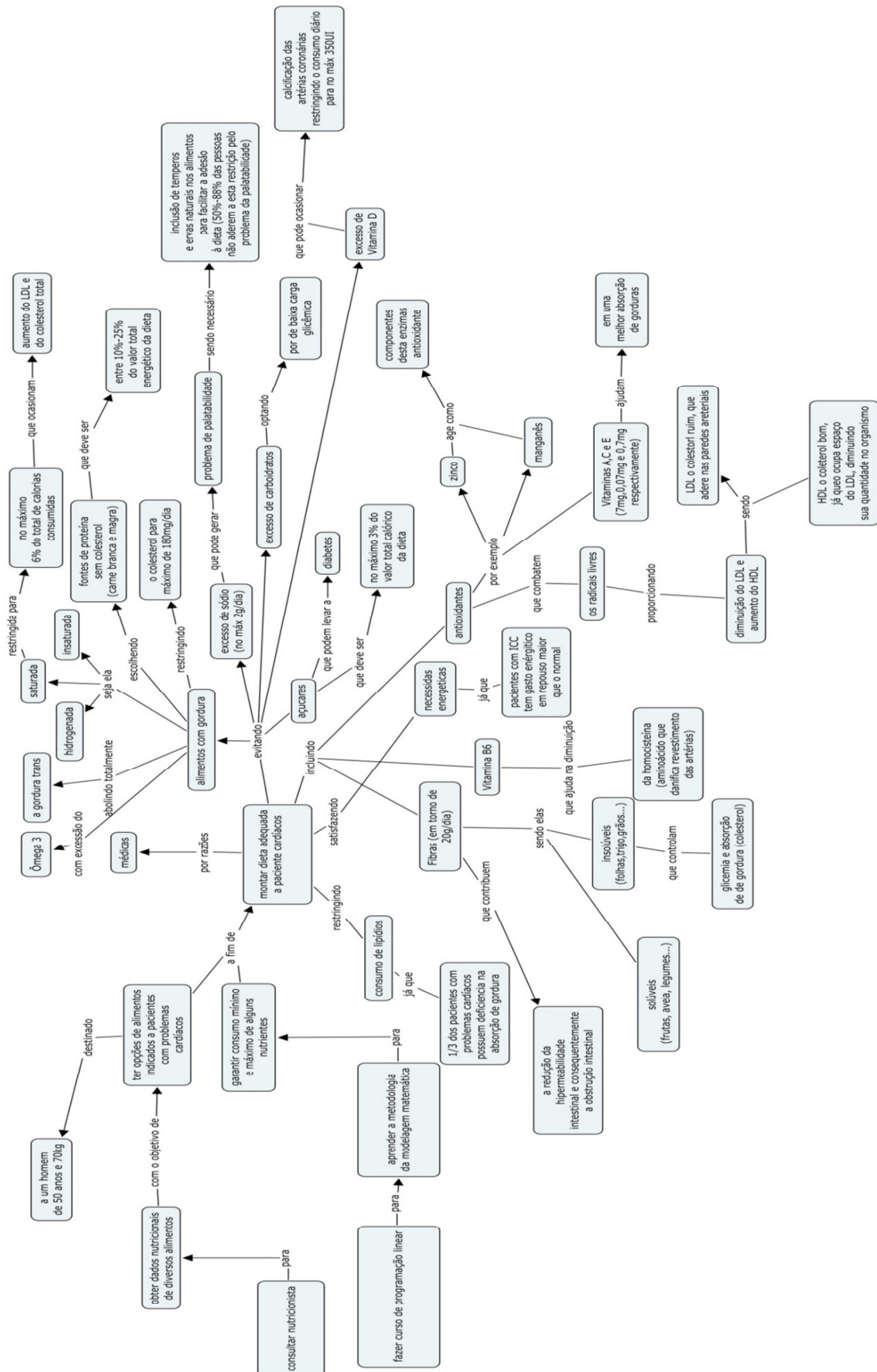


Figura 3.2.1 - Mapa conceitual do problema – restrições nutricionais

- **Restrição de Energia**

Tendo em vista a perda de peso que geralmente ocorre, deve-se buscar suprir necessidades energéticas a fim de se manter peso do mais próximo que se considera o ideal.

Em estudos anteriores (AQUILANI *et al*, 2003), a partir da análise da ingestão nutricional, as recomendações energéticas recomendadas para pacientes com IC clinicamente estáveis são de, 28kcal/kg para pacientes com estado nutricional adequado e, 32kcal/kg para pacientes nutricionalmente depletados. Uma ingestão abaixo destes níveis pode fazer com que ocorra perda de massa magra.

- **Restrição de Carboidratos**

A recomendação de carboidratos em geral varia de 50% a 60% do valor energético da dieta, dando sempre preferência a carboidratos com baixa carga glicêmica (SAHADE *et al*, 2009).

- **Restrição de Fibras**

A recomendação diária de fibras é de 20g a 30g por dia. A ingestão de fibras previne a obstipação intestinal e, conseqüentemente, o esforço para evacuar, já que a peristalse intestinal pode predispor a alterações no ritmo cardíaco (SAHADE *et al* 2009).

- **Restrição de Proteínas**

As necessidades de proteínas para adultos com IC variam entre 0,8g/kg a 1,0g/kg (adulto com IMC normal) (SAHADE *et al*, 2009).

- **Restrição de Colesterol**

Deve haver um consumo máximo de 200mg de colesterol por dia sendo importante regular o consumo de colesterol em pacientes cardíacos, pois as substâncias gordurosas presentes se acumulam nas artérias, estreitando-as ou entupindo-as (SAHADE *et al*, 2009).

- **Restrição de Cálcio**

São nutrientes essenciais para a manutenção da massa óssea. Estudos anteriores (LARGERIL *et al*, 2005) mostram que 50% dos pacientes com insuficiência cardíaca apresentam osteopenia ou osteoporose. Além disso, baixo nível de cálcio é potencialmente proarrítmico. Deve se limitar sua ingestão entre 1000mg e 2500mg diárias

- **Restrição de Manganês, Zinco, Vitamina C, Magnésio e Cobre**

Estes micronutrientes funcionam como antioxidantes contribuindo para redução do estresse oxidativo e dos danos provocados pelo mesmo^{9 10 11} e, conseqüentemente, numa redução dos chamados “radicais livres”, proporcionando uma diminuição do LDL e aumento do HDL. Deve-se restringir sua ingestão entre 2,3mg a 11mg de manganês/dia , entre 15mg e 40mg de Zinco/dia, entre 90mg e 2000mg de Vitamina C/dia, entre 0,9mg a 10mg Cobre por dia e entre 350 e 420mg/dia de Magnésio .

- **Restrição de Vitamina B6 (piridoxina)**

Ajuda na diminuição da homocisteína, um aminoácido que danifica o revestimento das artérias. É recomendada ingestão de no mínimo 2mg diárias (SOLE *et al*, 2002).

- **Restrição de gorduras saturadas**

A ingestão de gorduras saturadas aumenta o colesterol ruim (LDL) que se deposita nas artérias, logo é de muita importância o controle na sua ingestão. O limite máximo para sua ingestão é de 9g/dia) (SAHADE *et al*, 2009).

- **Restrição de Ferro**

Envolvimento Cardíaco é uma complicação comum presente em pacientes com excesso de consumo de ferro e o quadro de Insuficiência Cardíaca pode ser agravado por este excesso, o consumo deve ser entre 8mg a 40mg por dia de Ferro (CANCADO, 2007).

⁹ Lorgiril M, Sale P, Defaye P. Importance of nutrition in chronic heart failure patients. *Eur Heart J*. 2005; 26(4):2215-7.

¹⁰ Witte KK, Clark AL. Nutritional abnormalities contributing to cachexia in chronic illness. *Int J Cardiol*. 2002; 85(1):23-31.

¹¹ Sole MJ, Jeejeebhoy KN. Conditioned nutritional requirements: therapeutic relevance to heart failure. *Herz*. 2002; 27(2):174-8.

- **Restrição de Sódio**

O sódio é o principal responsável pela pressão alta, esta é um dos principais fatores de risco das cardiopatias em geral e seu consumo precisa ser limitado a 2000mg/dia (SAHADE *et al*, 2009).

4. Garantindo a eficácia da terapia nutricional

Como os cardiopatas precisam mudar seus hábitos alimentares, “intervenções dietéticas” para melhorar a saúde pública devem ter o potencial para chegar às populações usando abordagens eficazes e com baixo custo. Em uma revisão da literatura sobre a eficácia de educação nutricional, alguns critérios para a uma intervenção eficaz na dieta foram delineados (CONTENTO *et al*, 1995 *apud* BRUG, 1999):

- O paciente deve entender e estar ciente da sua condição/patologia e das suas implicações (1).
- Atenção deve ser dada à motivação pessoal do paciente (2).
- Pessoas no grupo-alvo devem ter a oportunidade de participar ativamente da intervenção (3).
- Influências externas sobre o paciente devem ser levadas em conta (familiares, amigos, sociedade, mídia etc.) (4) e a relação entre médico e paciente deve ser estreita.

Estes critérios têm importância chave para uma terapia nutricional bem sucedida, porém não fazem parte da realidade da saúde pública mundial, que na maioria das vezes foca apenas em tratar o problema deixando de lado os diversos fatores que tornam este problema complexo. Estes, aliado a um software nutricional que possibilite o entendimento do problema pelo paciente e uma participação ativa do mesmo dão embasamento à proposta desta dissertação e serão discutidos a seguir.

4.1.A ignorância do paciente e o auto-engano (1).

Segundo o verbete da *Wikipedia*: “*auto-engano é o resultado de um processo mental que faz com que um indivíduo, em um momento, aceite como verdadeira uma informação tida como falsa por ele mesmo noutra momento*”.

Ou seja, com o auto-engano a pessoa entra em um ciclo improdutivo em que acabam entrando por consequência do auto-engano. Dessa maneira a pessoa acaba enxergando causas irreais e partindo para soluções inadequadas, e com isso agrava ainda mais a situação inicial. O auto-engano acaba sendo um recurso de autodefesa que surge todas as vezes que esta sente-se ameaçada, decepcionada ou se depara com algumas verdades inconvenientes. Isto é algo comum em cardiopatas, aos quais muitas vezes buscam um “escapismo” para não encarar os fatos da sua patologia ou se apóiam na ignorância para permanecer neste ciclo.

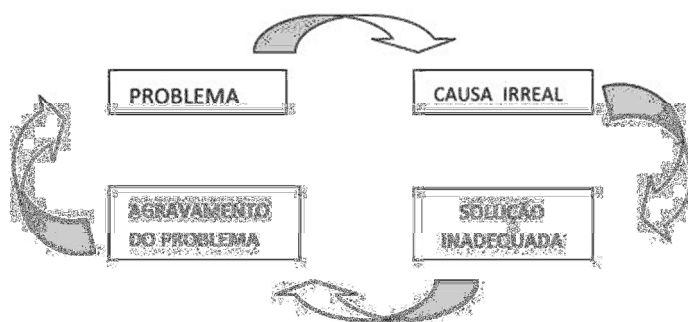


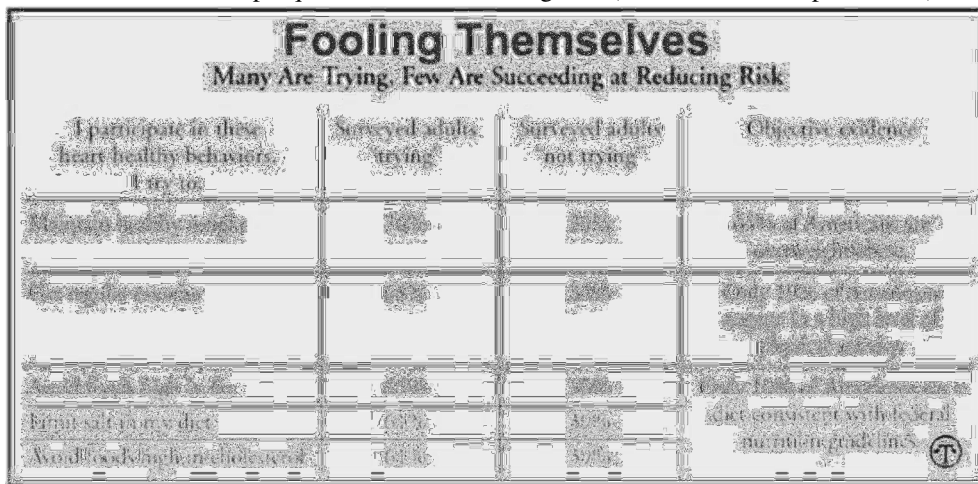
Figura 4.1.1 - O ciclo do auto-engano, elaborado pelo autor.

A questão do auto-engano está muito presente nos pacientes que sofrem cardiopatias e foram destacadas nos mapas conceituais feitos no decorrer da dissertação. Segundo Giannett (1997), “*eliminar falsas respostas é mais fácil do que enfrentar verdadeiras questões*”, Giannetti (1997) ainda diz “*a mentira que contamos em silêncio para nós mesmos não mente, seduz. Ela se reveste do semblante da verdade para melhor mentir*”. Estas idéias vão de encontro direto ao caso dos pacientes com ICC em que, muitas vezes, preferem se abstrair da realidade a encarar diretamente ao fato de que sua nova condição de saúde exige uma nova condição de vida.

Segundo pesquisa realizada pela *Pfizer* (www.pfizer.com) nos Estados Unidos, os americanos no geral estão cientes dos perigos de uma dieta não saudável, afirmam que estão buscando melhorar, mas na realidade seu comportamento não demonstra isso. Segundo o médico Robert Bonow (ex-presidente da *American Heart Association*) apesar dos esforços para alertar a população sobre os riscos cardíacos de uma dieta desregrada, a grande maioria da população não acredita estar em risco e mais de 59% acreditam que as cardiopatias não são a principal causa de morte no seu país.

A pesquisa também indica que a maioria, embora não siga dietas saudáveis, acredita não estar em risco e não se importam com sua condição cardíaca. Alguns dos resultados da pesquisa podem ser vistos na figura abaixo:

4.1.2 - Resultado pesquisa Pfizer, o “auto-engano” (retirado de www.pfizer.com)



Alguns outros resultados da mesma pesquisa mostram como o auto-engano e a ignorância prevalecem, é interessante destacar por exemplo:

- Apenas 32% dos entrevistados têm preocupações sobre seu estado de saúde
- Mais de 50% dos entrevistados possuíam o colesterol acima do ideal e mesmo assim apenas 30% deles disseram que tem algum tipo de preocupação sobre isto.
- 26% dos entrevistados acreditam que pessoas magras não podem ter problemas de coração.
- Mais de 50% dos entrevistados ignoram qualquer tipo de possível cardiopatia mesmo com fatores de risco presentes (colesterol alto, tabagismo e hipertensão).

Visto isto, pode se concluir que grande parte da população é ignorante ou sofre de auto-engano, portanto para uma mudança de hábitos nutricionais é necessário que este grupo alvo seja orientado sobre a doença, se interesse sobre ela e busque informações. Segundo Robert Bonow *“a comunicação sobre os riscos das cardiopatias precisa ser redobrada, é preciso fazer o paciente entender sobre sua patologia e deixá-lo ciente sobre sua nova condição”*

4.2.O paciente e seu entorno, sua relação com o médico e toda sua complexidade (2) e (4).

Mesmo considerando uma grande evolução humana na capacidade de intervir, tratar e curar patologias, esta não é capaz de decifrar corretamente como deveria ser o relacionamento do médico - paciente, como é proposta pelo SUS. Existe um abismo nesta relação com uma complexidade importante, que deve ser desmembrada e estudada com detalhes com a finalidade de facilitar a abordagem do esquema terapêutico pelo médico e os profissionais de saúde envolvidos, assim como, a adesão do paciente nesse esquema. A questão ainda é teórica e bem elucidada, mas na prática ocorre o contrário. Diversidades de fatores impõem uma força contrária quando se trata no tratamento de um paciente.

A estruturação da saúde é consistente, porém existindo falhas e para que sua funcionalidade alcance sua plenitude necessita melhoria em todos os aspectos. Muitas informações que deveriam ser mais divulgadas, como tratamento de uma tuberculose, ou alguma outra patologia acabam sendo muito restritas.

É possível verificar a falta de meios de comunicação na área de saúde, completamente incoerente no momento em que o mundo se encontra, sem fronteiras, com a evolução da *internet* e diversas formas de propagar informações.

Outra fraqueza é em relação as condições de trabalho e atendimento, seja para o médico como para o paciente. Um local onde se fornece um serviço de atendimento deve ser agradável para quem atende, o médico, e para quem está sendo atendido. É possível verificar inúmeros locais onde não existem mínimas condições de trabalho e atendimento, seja por falta de materiais, de assentos, de papel, seringas e outra infinidade de utensílios inerentes para quem trabalha na área de saúde.

Primeiro foi definido o ponto de vista do paciente e seu entorno, através de entrevistas com diversos pacientes de Insuficiência Cardíaca (em alguns outros com outras cardiopatias) foi montado um mapa conceitual que pode ser visto abaixo:

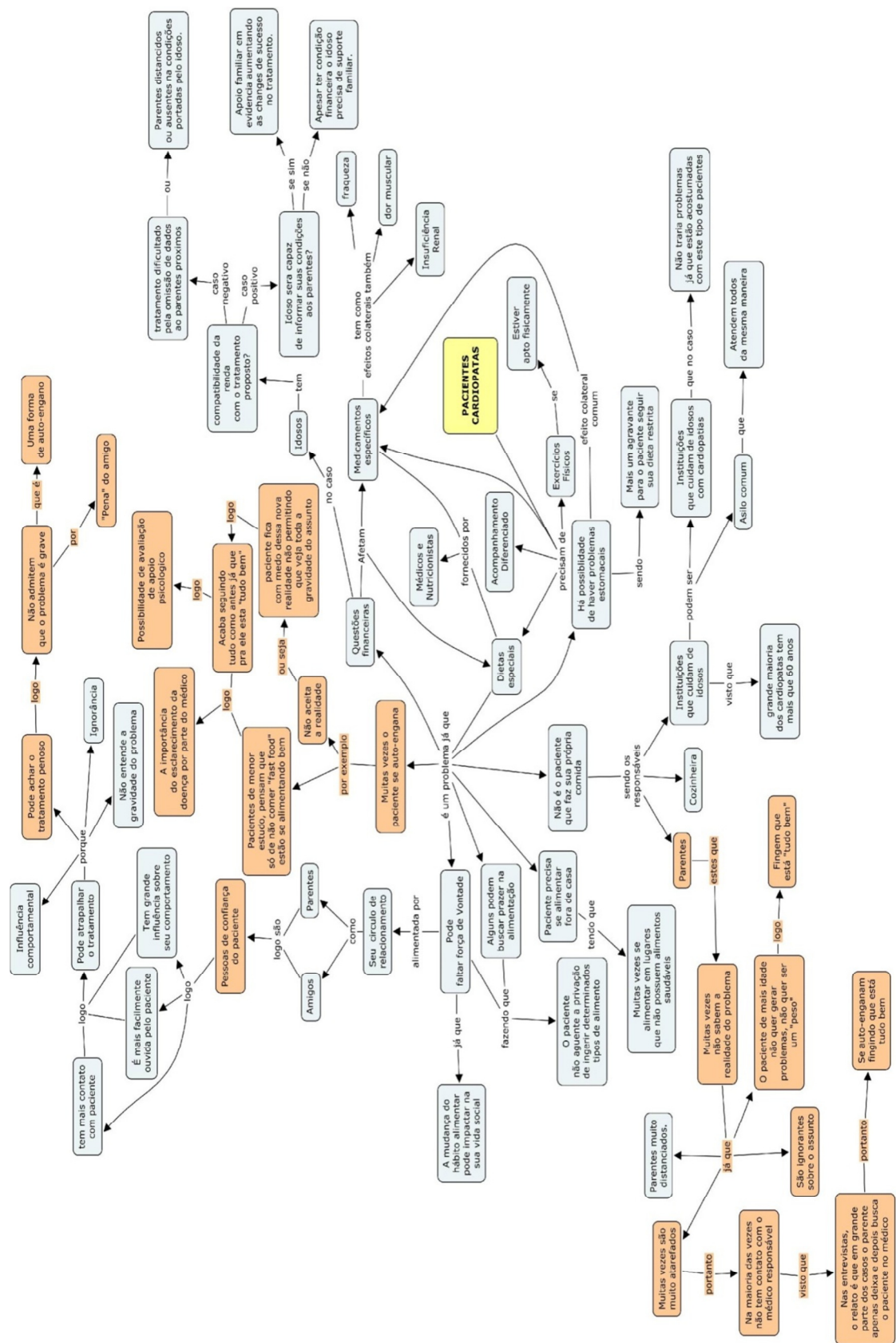


Figura 4.2.1 - Mapa conceitual do paciente e seu entorno.

O “nó” central deste MC está pintado de amarelo que no caso é “Pacientes Cardiopatas” a partir dele foram construídos os conceitos restantes do mapa. Aqui é posto sob perspectiva de diversos pontos de vista, como sociais, econômicos e do seu “ecossistema”, ou seja, das pessoas que lidam diretamente com este.

Através de entrevistas com médicos e pacientes cardiopatas foi possível verificar que seu círculo de relacionamento está intrinsecamente ligado com o sucesso ou não na adequação deste paciente ao seu novo estilo de vida que deve ser adequado à sua cardiopatia. Estes (tanto familiares quanto amigos) por serem pessoas próximas, têm mais contato no dia a dia do paciente o que os levam a serem mais ouvidos e terem uma influência maior sobre estes pacientes. Isto pode levar a um problema para se seguir as orientações médicas por diversos motivos, tanto por ignorância desse círculo de relacionamentos, por não entender a gravidade do problema ou por um “sentimento” de pena que um amigo próximo pode sentir.

Outro problema comumente relatado é da necessidade do paciente precisar se alimentar fora de casa, isso faz com que este muitas vezes não siga dietas e orientações alimentares prescritas pelos profissionais.

Aspectos econômicos também foram levados em conta já que as cardiopatias atingem, na sua maioria, idosos, muitos destes não possuem renda suficiente para seguir as prescrições médicas, portanto é um problema a ser levado em conta. Foi levantado pelos médicos entrevistados também problemas decorrentes ao uso de medicamentos específicos para cardiopatas, muitos destes geram efeitos colaterais que podem levar ao paciente (muitas vezes pela sua falta de instrução) a pararem de seguir as orientações, isto é muito visto no caso de dietas já que um efeito colateral muito prevalente são complicações estomacais.

O relacionamento com seus parentes talvez seja um dos pontos chave para o sucesso do tratamento porém muitas vezes não é levado em conta. Como já foi dito, as cardiopatias atingem na sua maioria das vezes idosos e o relacionamento de uma pessoa idosa com seus familiares é algo extremamente complexo. Um dos motivos é que o parente responsável deste idoso são muito atarefados portanto não tem contato direto com os médicos responsáveis, nas entrevistas foi visto que na maioria das vezes os parentes apenas levam o paciente e depois o buscam, logo acabam achando que não há problemas. Outro motivo é que a pessoa de mais idade não quer ser um problema, um

“peso” para os que cuidam dela, acabam omitindo informações por mais que os parentes estejam dispostos a ajudar no tratamento.

O MC leva a concluir que o ponto chave para que os problemas no tratamento de cardiopatas persistam é a falta de atenção que o médico dá aos fatores subjetivos no atendimento. Não existe uma relação próxima entre o paciente e o médico, uma relação de confiança e também de atribuição de responsabilidades, uma maneira de contornar isso seria através do software proposto em que o paciente participaria ativamente da elaboração da sua dieta fazendo que este busque informações e se interesse pela sua patologia tornando-a um processo de aprendizado.

Foram feitos também um mapa conceitual mostrando o ponto de vista de um médico que atende pacientes cardiopatas para entender porque existe esta falha na relação entre médico e paciente, este foi dividido em dois, um mapa conceitual teórico de como seria o ideal e outro que mostra a realidade no atendimento pelo SUS, ou seja, em hospitais públicos, estes MCs podem ser vistos abaixo:

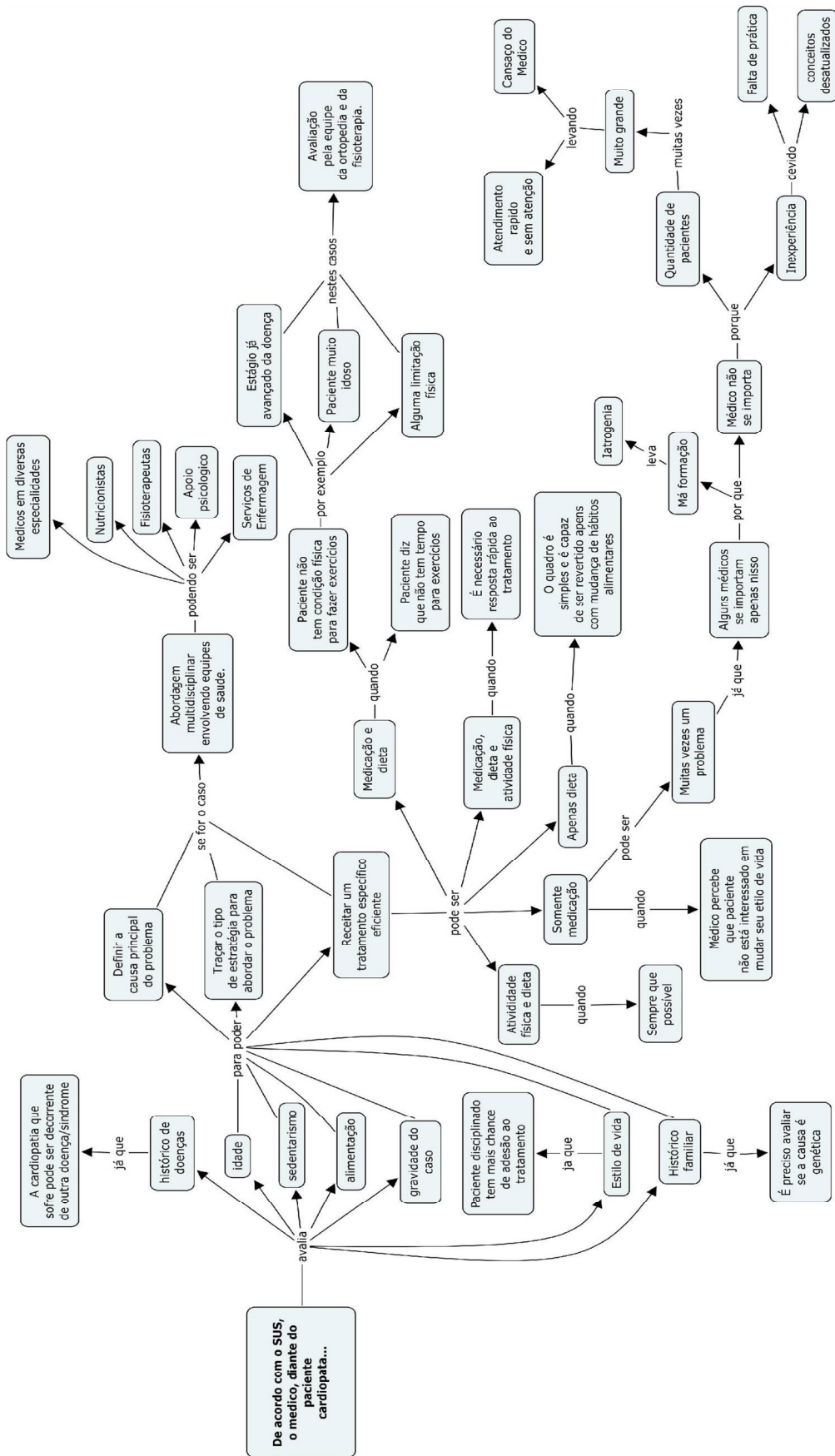


Figura 4.2.2 - Mapa conceitual visão do médico (como deveria funcionar)

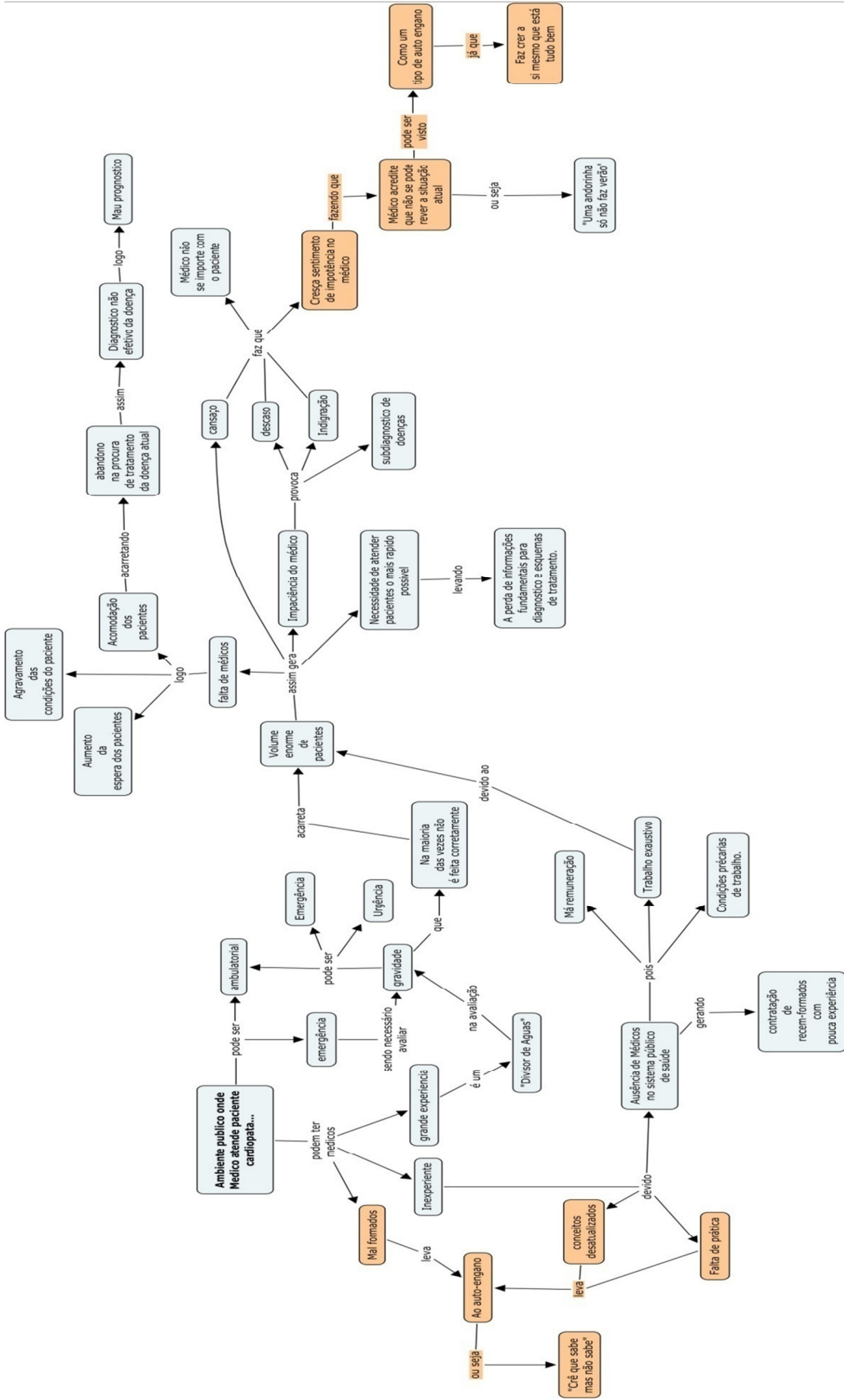


Figura 4.2.3 - Mapa conceitual visão do médico (como funciona no SUS)

No primeiro MC, pode ser visto como é essencial o acompanhamento de perto por parte dos profissionais no tratamento de cardiopatias visto que este é um problema que requer uma abordagem multidisciplinar, no entanto isso não é feito no SUS. Há diversos motivos para este atendimento ser defeituoso e foram colocados pelos médicos na entrevista.

O principal motivo é o grande volume de pacientes que são atendidos, isto é consequência de diversos fatores dentre eles: deficiência na análise da gravidade do paciente e o pequeno número de médicos no SUS.

Este grande número de pacientes no SUS acaba gerando um atendimento falho ao paciente já que é necessário atender o mais rápido possível (logo a relação paciente-médico não é estreita), fadiga deste profissional além de impaciência do médico, que, conseqüentemente, acaba provocando subdiagnóstico da doença e um sentimento de indignação e descaso fazendo que este profissional muitas vezes não se importe com o paciente e fazendo crescer o sentimento de impotência, este acaba se acomodando (já que no seu entendimento sozinho não pode fazer nada) e enganando a si mesmo que as coisas “são assim mesmo”.

Outro problema evidenciado e representado no MC é relacionado as qualidades do médico. A inexperiência do médico é comum no SUS, devido ao grande volume de pacientes é cada vez mais necessária a inserção de médicos recém formados (ainda não aptos) para o tratamento. A má formação dos médicos também está presente principal em hospitais localizados em zonas mais pobres. Em ambos os casos é um problema grave que está presente na realidade na saúde pública do país.

Tudo isso somado à má remuneração, ao trabalho exaustivo e as más condições de trabalho contribuem para a deficiência na relação entre paciente e médico.

Foram verificados também vários casos de auto-engano (assim como no critério anterior), estes estão pintados na cor laranja. O paradoxo do auto-engano está em como as pessoas são capazes de simultaneamente: criar seus próprios problemas, não perceber que estão criando seus próprios problemas, e ainda assim resistir qualquer tentativa de ajudá-las a parar de criar esses problemas

A maioria dos conflitos são perpetuados desta forma, assim como a maioria das falhas de comunicação e quebra de confiança, falta de integridade, culpa e falta de responsabilidade. Portanto, enquanto o problema de não saber que se tem um problema continuar existindo, todos os outros problemas continuarão existindo.

4.3.A participação do paciente na terapia nutricional (3).

A participação do paciente nesta reeducação alimentar é primordial para o sucesso da dietoterapia, esta faz com que o paciente entenda o problema, se interesse pela sua condição e estreite o relacionamento com o médico através de uma interação entre ambas as partes. Neste contexto, deve-se lembrar que o papel do nutricionista é antes de tudo, auxiliar o paciente na detecção de seus maiores problemas e dificuldades correlacionadas com alimentação e buscar alternativas e soluções. Neste processo, o paciente participa ativamente e aprende a estruturar sua rotina alimentar independente do contexto que está submetido. É primordial promover manutenção de suas preferências e evitar a monotonia.

Através de toda a análise feita anteriormente a busca por esta participação do paciente na terapia nutricional seria através do software proposto por esta dissertação, onde este seria customizado pelo usuário (paciente) tanto com dados pessoais quanto com preferências de alimentos, estando ciente das suas restrições alimentícias, fazendo com que o paciente tenha participação ativa no processo de reeducação alimentar.

5. Estado da Arte e Software Nutricional

5.1. Alguns Softwares para planejamento alimentar encontrados no mercado

O desenvolvimento de programas de computadores com finalidades específicas de uso está relacionado ao conceito de inteligência artificial. A Inteligência Artificial (IA) é um ramo da ciência da computação dedicado ao estudo das técnicas que possibilitam a representação em máquinas de algum aspecto da cognição humana (WEBER, 1996 *apud* ESTEVES, 1996).

A expressão inteligência artificial está associada, geralmente, ao desenvolvimento de sistemas especialistas. O Sistema Especialista (SE) é uma técnica de Inteligência Artificial desenvolvida para resolver problemas em um determinado domínio cujo conhecimento utilizado é obtido através de pessoas que são especialistas naquele domínio (MENDES, 1997).

Sistemas baseados em conhecimento, construídos com regras que reproduzem o conhecimento do perito, são utilizados para solucionar problemas em domínios específicos. A área da saúde tem sido uma das áreas mais beneficiadas pelos sistemas

especialistas, por ser uma área que possui as peculiaridades necessárias para serem focadas por tais sistemas (MENDES, 1997).

Os sistemas especialistas foram desenvolvidos para executar diferentes tarefas em diversos domínios. Na área da saúde, especialmente na Nutrição, são sistemas utilizados para o auxílio ao especialista na geração de cardápios. O planejamento de dietas e geração de cardápios para pacientes por programas computacionais tem sido tema de pesquisa e discussão desde as décadas de 60 e 70 (CAMARGO, 1999).

Os *softwares* destinados ao auxílio nutricional e à prescrição de dietas devem possibilitar uma avaliação precisa do estado nutricional, do registro e avaliação da ingestão dietética e da elaboração de dietas, para exercer efeito sensível no trabalho do profissional de nutrição (RODRÍGUEZ, 1994).

A insuficiência ou mesmo a inexistência de ferramentas atualizadas como suporte para decisão nutricional no planejamento, avaliação e intervenção na área da alimentação e nutrição justificam a apresentação e desenvolvimento de vários projetos, objetivando amenizar as deficiências do mercado.

O software **DietPro**, foi inicialmente denominado “windiet”, surgiu a partir de uma dissertação de mestrado de uma nutricionista. O objetivo principal do projeto, de acordo com a autora, é servir de suporte ao trabalho dos profissionais da área de alimentação e nutrição, especificamente na avaliação do estado nutricional de indivíduos ou coletividades e na prescrição de dietas (ESTEVES, 1996).

O conhecimento relativo aos procedimentos para avaliação nutricional e prescrição de dietas foi obtido mediante consulta a livros-texto, periódicos e especialistas da área. O sistema foi dividido em quatro módulos principais, sendo o de maior importância para o presente estudo, o dedicado à formação de uma tabela de composição química de alimentos, incluindo receitas e medidas caseiras, e o recurso que disponibiliza fotografias destas (ESTEVES, 1996).

O programa realiza a tarefa de prescrição de planos alimentares com base no diagnóstico nutricional implícito. Essa tarefa busca auxiliar o profissional de Nutrição na obtenção de respostas rápidas e consistentes, uma vez que a base de casos foi preenchida com casos reais (ESTEVES, 1996).

O sistema cujo nome comercial é **DietWin**, tem como autora outra nutricionista, e trata-se de um programa que tem como finalidade a avaliação do estado nutricional e clínico do paciente com vistas a análise e cálculo da prescrição dietética dentro dos

padrões dos protocolos da nutrição. O Banco de dados é constituído por uma compilação de dados das inúmeras tabelas disponíveis como: a Tabela Brasileira, USDA, IBGE, Franco, CENEXA, Alemã, Repertório Geral dos Alimentos, Fichas técnicas, fibras - UFF, AG - Chilena, CHO - USDA para micronutrientes, de acordo com informações fornecidas pelo departamento de suporte do programa e pela autora. Foram rastreadas todas as bibliografias disponíveis para a configuração do software (ESTEVES, 1996).

O programa apresenta banco de dados com receitas, ficha técnica completa das receitas, contendo: sinonímia, grupo, marca do alimento, valor de referência para consumo, medidas caseiras “padrão”, medidas caseiras mais utilizadas, unidades universais de determinado alimento no local destinado a leitura da medida caseira para compreensão da porção alimentar do paciente, ingredientes da receita, análise da composição química dos nutrientes, modo de preparo, classificação, arquivo de fotos dos alimentos (que deverão ser inseridas pelo usuário), alimentos indicados para as patologias, alimentos contra-indicados para as patologias, alimentos indicados para os sintomas/sinais clínicos, alimentos contra-indicados para os sintomas/sinais clínicos sabores, observação para a ficha técnica, bibliografia.

O projeto denominado software **Virtual Nutri** teve como desenvolvedora e contratante uma professora do Departamento de Nutrição da Universidade de São Paulo. O projeto foi desenvolvido em 2001 e foi utilizado como referência metodológica em várias dissertações, teses e monografias (ESTEVES, 1996).

Baseado em informações obtidas através da página virtual do programa na web, este fornece informações sobre o valor nutritivo dos alimentos, proporcionando a obtenção de diversos valores, próximos do real consumido, no cálculo de dietas. Este software permite a avaliação individualizada da dieta, para orientação dietoterápica ou cálculos individuais que deverão compor grupos populacionais em estudos de avaliação do consumo alimentar. O programa apresenta o cálculo do valor nutritivo por refeições, emitindo relatórios parciais e totais com dados quantitativos e qualitativos da dieta e o percentual das calorias oriundas dos macronutrientes. A análise da dieta usa como parâmetros de referência a RDA (1989).

O sistema possui um banco de dados com cadastro de 1711 alimentos e 2020 variações destes alimentos, divididos em: naturais, preparações e industrializados. O desenvolvimento das receitas, a obtenção dos indicadores de parte comestível, de

conversão e de reidratação e o dimensionamento das porções foram desenvolvidos no Laboratório de Técnica Dietética, da Faculdade de Saúde Pública da USP.

Os alimentos também estão disponíveis em medidas caseiras e na forma usual de consumo (xícara, fatia, unidade, colher de sopa e etc.), possibilita ainda a inclusão de novos alimentos no banco de dados, de acordo com os objetivos específicos do usuário, destaca-se que alguns conceitos utilizados pelo software não são reconhecidos na literatura científica, tal como “medidas padronizadas” e que o suporte do programa não enviou resposta esclarecedora a essa questão (ESTEVES, 1996).

Em suma os programas destinados à avaliação do estado nutricional e a prescrição de planos alimentares podem ser úteis à medida que possibilitam maior agilidade nas tarefas a serem executadas especificamente na área de nutrição clínica. Permitem otimização do tempo, principalmente no que se refere às operações aritméticas que são muitas vezes complexas e tediosas. Outro aspecto positivo se refere a diminuição do volume de informação circulante.

Observa-se, além disso, que a constituição das informações nutricionais contidas no banco de dados dos programas e obtida por meio de consulta as tabelas de composição química dos alimentos existentes e, portanto, dado às falhas existentes nestas, também prejudicam a segurança das prescrições dietéticas e as formulações de cardápios, como foi demonstrado pelo presente estudo (ESTEVES, 1996).

Fisberg *et al* (2005) observa que os profissionais da área de nutrição têm somado esforços para aprimorar os instrumentos dietéticos empregados para o atendimento individual e populacional assim como para a investigação do consumo alimentar. Os trabalhos vêm sendo desenvolvidos por meio do aprimoramento das ferramentas existentes e pela introdução de novas ferramentas de métodos visuais, como os álbuns fotográficos que possuem diferentes formas de porcionamento em unidades, medidas caseiras e marcas comerciais de alimentos tradicionais.

5.2.Revisão Bibliográfica - análise e o comparativo destes softwares

Não existem muitos estudos que avaliem a funcionalidade dos softwares utilizados atualmente pelos nutricionistas para gerar dietas, assim como durante minha pesquisa e em entrevistas verifiquei que não existem softwares voltados especificamente para a elaboração de cardápios para pacientes cardiopatas.

Em 2007, Costa *et al* elaboraram um trabalho visando avaliar a concordância entre 2 softwares (Virtual Nutri e NutWin – dois dos softwares mais usados no Brasil por especialistas) na análise do consumo alimentar entre crianças de 6 a 30 meses. Foi verificado neste estudo uma diferença na gramatura em relação as medidas caseiras para quase todos os alimentos selecionados para a composição dos cardápios o que gerou que o consumo de macronutrientes e energia pelo Virtual Nutri seja maior que o NutWin, enquanto para micronutrientes ocorreu o inverso.

Vieira *et al* em 2009 publicaram trabalho comparando o valor nutricional de 10 cardápios de acordo a 4 diferentes softwares nutricionais (NutWin, DietWin, DietPro e Virtual Nutri. No trabalho, foram analisados 11 nutrientes de 101 alimentos diferentes, testando assim a diferença nutricional apresentadas entre os 4 softwares. Os programas variaram em relação ao número de alimentos (934 a 3 815), de nutrientes (28 a 144) e das principais fontes utilizadas. Não foram encontradas diferenças significantes dos valores de energia e macronutrientes entre os 4 programas. Em relação aos demais, o programa Diet Pro apresentou menores valores de gordura saturada, gordura monoinsaturada, gordura poliinsaturada, de ferro e sódio; o programa Virtual Nutri apresentou menores valores de fibra.

Os resultados encontrados em ambos os trabalhos apontam para a necessidade de revisão do desenho dos programas computacionais e de suas bases de dados de nutrientes - para o planejamento e a análise do consumo alimentar.

Moura *et al* (2006) apresentaram um estudo mais completo, fazendo um comparativo entre a usabilidade dos softwares brasileiros de apoio a nutrição clínica. Neste trabalho foram utilizados o dietWin Pro 2.0 e diet PRO 4.0 já que verificou-se que estes softwares são os que mais contribuem para a avaliação nutricional, segundo profissionais que atuam na área de nutrição clínica, pois apresentam todos os requisitos necessários.

Concluiu-se que ambos contêm os requisitos necessários para a avaliação clínica e dietética do paciente (fórmulas para cálculo de gasto energético e avaliação nutricional, dados antropométricos, tabelas de composição química de alimentos cadastrados, exames bioquímicos, entre outros) que serão utilizados diariamente pelo nutricionista. Com isso, há redução do espaço gasto para armazenar materiais e, principalmente quando este contém junto o prontuário do paciente, há maior facilidade no momento de sua utilização, além de redução do tempo gasto com cálculos durante a

consulta. Por outro lado, sob o ponto de vista do apoio à decisão, ainda existem inúmeras funções que poderiam ser implementadas. Ao analisarem a efetividade e eficiência dos softwares descritos acima, consideraram que ambos possuem o mesmo nível, mas quanto a satisfação do usuário, o dietWin Profissional 2.0 apresenta um nível mais elevado, em virtude da sua interface permitir maior facilidade na execução das tarefas a serem desempenhadas, garantindo uma maior qualidade de uso.

Quadros *et al* em trabalho publicado em 2004 também fizeram a análise do dietWin Profissional 2.0 e do diet PRO 4.0 obtendo o mesmo resultado que Moura *et al*.

Finalmente Coelho *et al* (2008) fizeram o estudo mais aprofundado no que diz respeito a um comparativo da funcionalidade dos softwares brasileiros de apoio a nutrição clínica analisando 8 diferentes softwares em diferentes critérios concluindo que de todos os softwares brasileiros o dietWin Profissional 2.0 seguido do dietPRO 4.0 são os mais completos do mercado brasileiro.

Desta maneira foi feito um mapa conceitual mostrando como os nutricionistas ou profissionais responsáveis fazem o uso destes softwares, assim como suas características principais já presentes.

Neste mapa conceitual foram escolhidos os *softwares* mais usados por nutricionistas no mercado brasileiro e dentre eles foi escolhido o Diet Win Pro pra ser mais detalhado já que é o mais difundido no mercado além de ter sido indicado pelos nutricionistas entrevistados como também o mais completo. Todas as características do Diet Win Pro estão detalhadas na parte direita do mapa conceitual.

Este mapa conceitual foi feito com o objetivo de mostrar como os *softwares* nutricionais usados no Brasil se comportam, suas características, entender seu funcionamento, dessa maneira são identificadas as limitações destes para poder propor um software diferenciado aos encontrados no mercado.

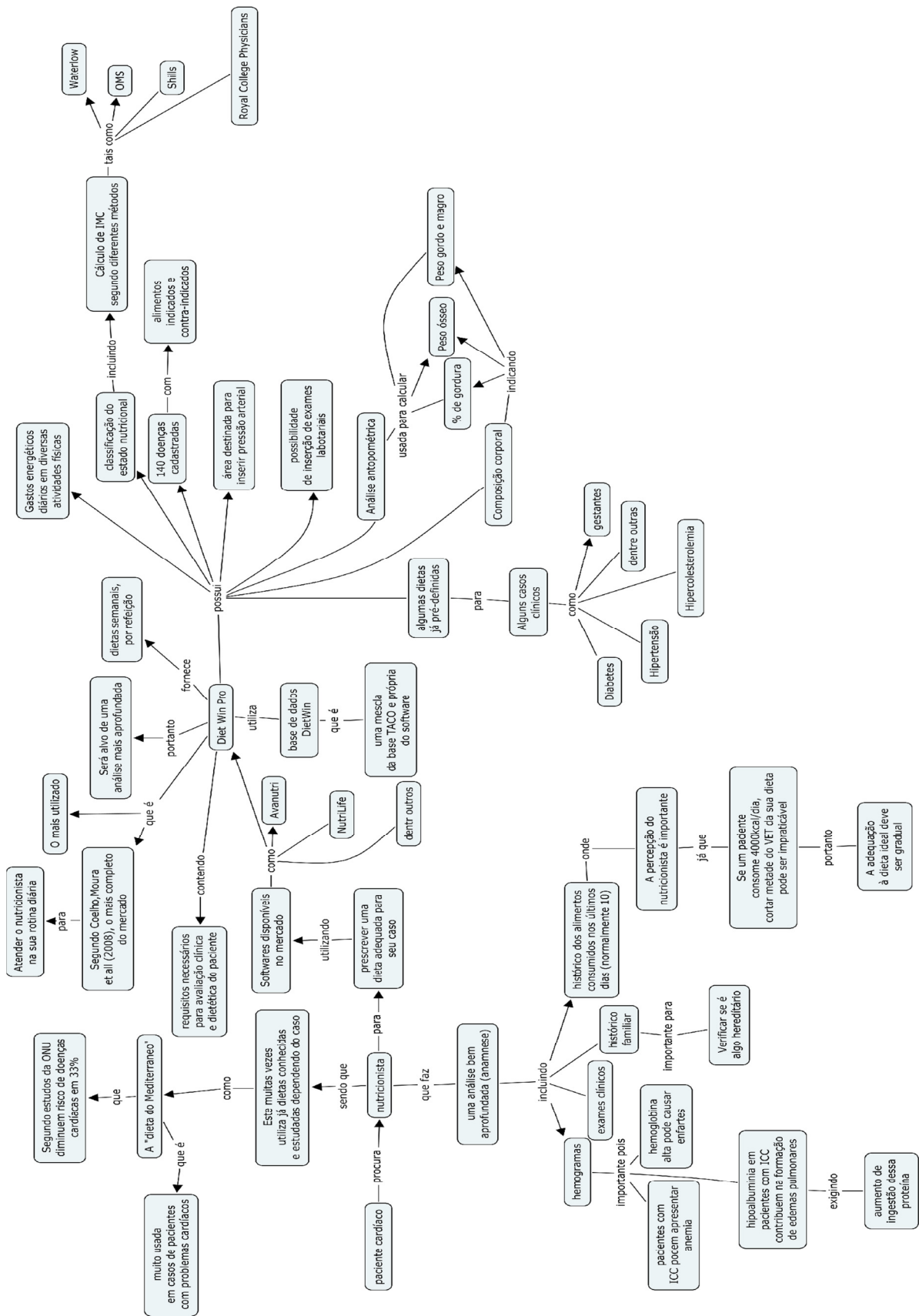


Figura 5.2.1 - Mapa conceitual softwares de nutrição

5.3.Importância de um software de auto-avaliação nutricional

Programas computadorizados de “auto-avaliação” têm sido bem recebidos em testes feitos (PROBST *et al*, 2005), especialmente quando as habilidades fundamentais são demonstradas com antecedência e apoio profissional está disponível em toda a auto-avaliação (HEATH *et al*, 2000). Sempre que os programas de computador têm sido utilizados na auto-avaliação dietética, a compreensão dos resultados da avaliação foi maior do que em intervenções anteriores, que não incluem tais programas (NEBEL *et al*, 2002). A falta de conhecimento de informática e habilidades podem resultar em experiências negativas nestes programas de auto-avaliação (NEBEL *et al*, 2002), mas um acompanhamento conjunto com o médico responsável deve ser suficiente para contornar este problema (PROBST *et al*, 2005).

Há um certo número de vantagens cognitivas à utilização de computadores para avaliação da dieta ao invés de abordagens não computadorizadas. Estas incluem o reforço da comunicação através imagens, a padronização da sequência de questionamentos, viés de redução para questões socialmente indesejáveis, e a capacidade de recolher dados num ambiente neutro.

Não surpreendentemente, aconselhamento nutricional interpessoal provou dar bons resultados na indução de mudanças na dieta (PROBST *et al*, 2005). O aconselhamento “face a face”, no entanto, exige orientação de especialistas em nutrição bem treinados e, portanto, é relativamente caro e demorado.

No entanto, não é realista esperar que o aconselhamento nutricional interpessoal possa estar disponível para grandes grupos populacionais para estimular a prevenção e mudanças na dieta. Assim como esta, apenas as pessoas que estão conscientes de sua necessidade de mudar vão estar interessado em um aconselhamento nutricional.

Como uma grande parcela da população precisa de mudanças nos hábitos alimentares, grandes campanhas midiáticas são realizadas porém com pouco contato direto com o público alvo, o que faz que estas campanhas muitas vezes tenham pouco impacto,

Parece que a educação nutricional acaba se situando entre as campanhas midiáticas, que têm o potencial de alcançar muitas pessoas mas têm pouco impacto concreto, e a abordagem “face-a-face” do aconselhamento nutricional, comprovadamente eficaz mas com pouco potencial para chegar a muitas pessoas. Logo,

a abordagem nutricional através da informática e da participação ativa do paciente é uma maneira de incorporar ambas as características.

Embora não tenha uma interação social direta, a abordagem nutricional personalizada através da informática imita alguns atributos da abordagem “face a face”, já que fornece ao paciente informações personalizadas além de uma participação proativa. Há evidências de que esta abordagem pode ser oferecida para grupos maiores de pessoas com menos custos em relação para o aconselhamento interpessoal (STRECHER *et al*, 1994; VELICER *et al*, 1993).

Como foi dito acima, há critérios que devem ser atendidos para que uma intervenção/educação nutricional seja bem sucedida, através do software proposto por esta dissertação, tais critérios seriam atendidos, propondo uma nova maneira de abordar a dietoterapia onde fatores sociais-economicos e de relacionamento são integrados a uma solução matemática ótima que forneça ao paciente resultados condizentes para uma dieta alimentar saudável e dentro das restrições da sua patologia.

5.4.Proposta de software nutricional

Como já foi dito anteriormente, o foco deste trabalho é uma abordagem não farmacológica para a ajuda do tratamento de pacientes com IC, ou seja, uma quebra do paradigma. Para isto, a idéia do presente trabalho seria o desenvolvimento de um software que atue exatamente onde os existentes hoje falham que permita a customização da dieta do cardiopata e uma participação ativa deste. Esta customização seria um diferencial no modelo e pode ser alcançada captando inputs relativos às características do paciente, podendo ser inseridos dados particulares do paciente como a idade, sexo, peso e até se o paciente pratica atividades físicas, gostos pessoais por algum tipo de alimento, a capacidade de otimizar diferentes funções objetivos (como por exemplo aliar fatores econômicos as necessidades nutricionais), dessa maneira o usuário além de obter uma dieta adequada a suas características poderia buscar uma dieta com uma faixa de custo.

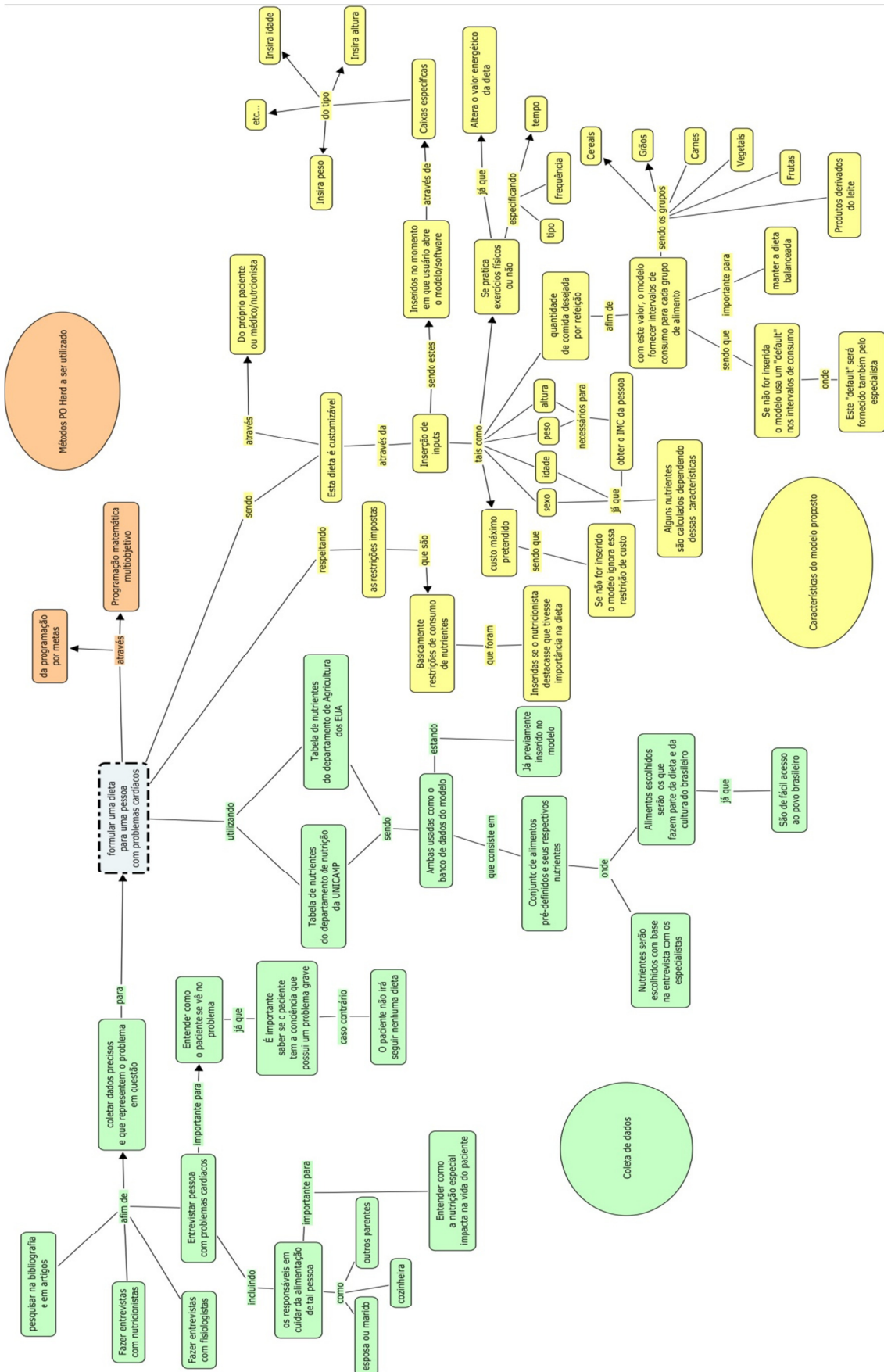
Desta maneira, neste novo modelo, a formulação da dieta seria muito mais pessoal e não tão generalizada, tendo mais utilidade visto que, as cardiopatias, são problemas complexos e possuem mais variáveis a serem analisadas que simplesmente atender as restrições nutricionais.

Para resolver este problema, foi escolhida a programação multiobjetivo (programação por metas com pesos) como método matemático para a geração das dietas, ou seja, serão atribuídos pesos para cada função objetivo, atribuindo pesos estes que partirão por um desejo pessoal do usuário. A escolha deste método foi feita pela possibilidade de criação de diferentes cenários, relativos tanto ao gosto pessoal do indivíduo quanto a situação clínica do mesmo através da atribuição de diferentes pesos às funções objetivos.

A seguir é mostrado um mapa conceitual onde pode se ter uma visão geral de como deve ser o software sugerido assim como a abordagem matemática que será utilizada.

O mapa conceitual foi dividido em três partes, à esquerda como seria feita a coleta de dados, à direita as características do *software* proposto e, acima, a abordagem matemática feita para a geração dos cardápios.

Todas as características, método de funcionamento e diferenças do modelo proposto estão explicitadas no mapa, desta maneira pode ser vista a importância da proposta e seu caráter inovador em relação aos *softwares* encontrados no mercado, incluindo diversas características relacionadas à customização e inclusão de preferências do paciente alvo, além de ser uma ferramenta que pode ser utilizada diretamente por este indivíduo, tornando-o parte do processo decisório.



5.2.2 - Mapa conceitual do software a ser elaborado

6. Abordagem matemática do problema

6.1. Aplicações de modelos de programação matemática na elaboração de dietas – Revisão da literatura

Existe um histórico no uso de métodos da programação matemática para o estudo e elaboração de cardápios no auxílio de dietas tendo o método SIMPLEX (Programação linear) sido proposto para a resolução de um trabalho elaborado por Stigler relacionado à este problema. Em 1945, George Stigler apresentou o seguinte problema (STIGLER, 1945): para um homem mediano pesando aproximadamente 70 kg, qual quantidade dentre 77 diferentes alimentos deveria ser ingerida diariamente, de modo que as necessidades mínimas de nutrientes fossem iguais às recomendadas pelo Conselho Nacional de Pesquisa Norte-americano e, além disso, a dieta elaborada tivesse o menor custo possível (NAMEN *et al*, 2004).

Nessa época, o método simplex ainda não havia sido proposto por George Dantzig, e Stigler resolveu um conjunto amplo de inequações (9 x 77) através de uma heurística inteligente, obtendo um custo total para a dieta de US\$ 39,93 por ano. Nesse processo, foram examinadas manualmente 510 diferentes possibilidades de combinação de alimentos. Apesar do valor não poder ser considerado exatamente o custo mínimo, devido à inexistência de processo matemático que comprovasse o fato, Dantzig afirma que Stigler apresentou diversas justificativas indicando que o valor encontrado por ele estaria muito próximo do custo mínimo exato (LUSTIG, 2001).

Posteriormente, em 1947, Dantzig apresentou o método até hoje conhecido e largamente utilizado denominado simplex. Após apresentá-lo, Dantzig necessitava encontrar um bom problema para testar o novo método criado, sendo o problema da dieta de Stigler escolhido para isso. No outono de 1947, Jack Laderman, responsável pelo Projeto de Tabelas Matemáticas do Bureau Nacional de Padrões norte-americano, decidiu então resolver o primeiro problema de “computação” de grande escala com o método simplex de Dantzig (NAMEN *et al*, 2004). Com o apoio de nove pessoas utilizando calculadoras de mesa de operação manual, após a utilização de um recurso estimado de 120 dias-homem, obteve-se o custo final da dieta de Stigler de US\$ 39,69 (DANTZIG, 1990) – apenas 24 centavos de dólar menos que o valor originalmente obtido por Stigler.

Mas a narrativa dos primeiros trabalhos de Dantzig relacionados à Programação Linear não termina aqui. Em um depoimento muito bem-humorado, Dantzig (1990) narra a passagem em que, por conta própria, decide utilizar o problema da dieta para redução de seu próprio peso. As diversas simulações do problema, utilizando um computador IBM 701 pertencente à *RAND Corporation*, que incluíam resultados esdrúxulos (como por exemplo, a sugestão de uma refeição contendo 500 galões de vinagre), foram a base para o nascimento das restrições indicando limites máximos para as variáveis utilizadas no modelo.

Além deste trabalho “pioneiro” realizado por Dantzig e Stigler outros modelos foram propostos, todos eles puramente nutricionais, com novas restrições de nutrientes e diversos alimentos usados como variáveis de decisão e, buscando o mesmo objetivo, a dieta com menor custo possível que atendesse a restrição de nutrientes elaborada porém encontrando a mesma deficiência que é encontrar uma dieta realmente palatável. Além destes trabalhos, modelos matemáticos formam a base para programas do Governo norte-americano, como o Planejamento Econômico Alimentar, originalmente desenvolvido pelo Serviço de Pesquisa Agrícola (*Agricultural Research Service*, 1975).

Smith (1963) apresentou em sua versão à esta abordagem matemática na elaboração de dietas a idéia de “proporcionalidade de alimentos”, por exemplo, uma salada contendo alface, tomate, cenoura e cebola e, considerando entre 100g a 200g de salada, deveria ter entre 40% - 50% de alface, 30% - 40% de tomate, 5% - 10% de cenoura e 10% - 20% de cebola. Este problema traria muitas restrições para o modelo matemático o que contribui para a não viabilidade das soluções, além disso é necessária uma análise de todas as diversas combinações de alimentos o que a torna inviável (LANCASTER, 1992 apud NAMEN *et al*, 2004) mas introduz a idéia de restrições de consumo de alimentos que não foi explorada em outros artigos mas foi usada no modelo proposto desta dissertação.

Czyzyk *et al*, 1999, sugere um modelo (software) utilizando a programação linear onde o usuário interage para a escolha dos alimentos a partir de uma lista de alimentos apresentados minimizando as soluções com dietas não palatáveis. Bosh (1993) e Erkut (1994) também utilizam este tipo de modelagem e apresentam a utilização do Excel como ferramenta útil para a geração de cardápios já que possui fácil entendimento pelo usuário. Estas idéias foram utilizadas nesta dissertação, com o

modelo proposto sendo executado diretamente via Excel e com a possibilidade do usuário selecionar os alimentos de sua preferência como variáveis de decisão.

Diante da dificuldade de encontrar soluções palatáveis por meio da técnica de programação linear, Anderson e Earle (1983) propõem a otimização de dieta balanceadas via programação de metas, a qual permite estabelecer múltiplos objetivos, expressos como metas a serem atingidas. Esta técnica possui como característica da função objetivo a minimização dos desvios das metas (Costa, 2005).

O artigo não discute o problema da palatabilidade, mas sim a necessidade de um melhor balanceamento dos nutrientes. Ele surge a partir da constatação de que o modelo de Stigler gera resultados que apresentam uma quantidade de nutrientes que supera para alguns casos os valores mínimos exigidos. O trabalho dos dois autores é focado para geração de dietas para a população da Tailândia, utilizando como base de dados alimentos culturalmente aceitos por sua população, mas possui poucas restrições nutricionais e poucos alimentos como variáveis de decisão.

Existem outras abordagens para a geração de cardápios como Skalan e Dariel (1993) em que é usada a Programação inteira porém conta com uma base de dados muito limitada (em torno de 40 alimentos), poucas restrições alimentícias e os resultados são cardápios muitas vezes não palatáveis e de difícil aceitação pelo usuário.

Justus, Spaak e Colmenero (2012), utilizam a Programação por Metas (como minimização dos desvios dos consumos dos nutrientes) para elaboração de cardápios para restaurantes universitários. Os resultados foram interessantes porém a base de dados de alimentos é muito reduzida assim como as restrições de nutrientes.

Foi encontrada apenas uma aplicação de programação matemática para encontrar dietas destinadas a usuários com alguma patologia. No trabalho de Rugg, White e Endress (1983) foi utilizada a Programação por Metas (minimização dos desvios de consumo dos nutrientes) para encontrar cardápios para pacientes diabéticos, os problemas encontrados nesta aplicação é que o custo não é integrado no modelo, as restrições alimentícias são poucas (embora a diabetes gere uma mudança de hábitos alimentares profunda) e a quantidade de alimentos é muito pequena, em torno de 40.

Outros trabalhos destacam-se pelo uso da programação matemática para formular dietas para seres humanos. Lancaster *et al*, 1992, formularam modelos de dietas para adultos com o intuito de atender suas exigências nutricionais a um custo reduzido. Gedrich *et al*, 1999, empregaram a abordagem *fuzzy* para sugerir modelos de

dietas que auxiliam a reeducação alimentar de pessoas adultas. Briend *et al*, 2001, utilizaram a programação linear para reduzir o custo das refeições complementares de crianças, com a finalidade de atender as exigências nutricionais impostas para esta faixa etária. A técnica de programação linear também foi empregada por Colavita e D'Orsi (1990) para formular modelo para crianças a um baixo custo.

O problema da dieta não é restrito apenas para os humanos. Em seu estudo, Munford (1996) demonstrou que a utilização da programação linear para formular rações de animais e determinar o custo mínimo de refeições para ruminantes permitiu uma fácil entendimento e uma simples resolução destes problemas. Cadenas *et al*, 2004, empregaram a abordagem *fuzzy* para propor refeições de gado com baixo custo nas fazendas argentinas. A programação linear foi utilizada por Ritchie (1988) para determinar uma dieta ótima para esquilos colombianos de vida livre e também, empregada por Nolet (1995) para formular refeições de castores. Por fim, Shearer (1995) elaborou refeições ideais para peixes através de modelagem fatorial.

6.2. Programação Linear

A programação linear visa fundamentalmente encontrar a melhor solução para problemas que tenham seus modelos representados por equações lineares.

A programação linear consiste na maximização ou minimização de uma função linear, denominada função objetivo, respeitando um sistema linear de igualdades ou desigualdades que recebem o nome de restrição do modelo. As restrições representam normalmente limitações de recursos disponíveis ou exigências e condições que devem ser cumpridas no problema. Estas restrições do modelo determinam uma região à qual damos o nome de conjunto das soluções viáveis. A melhor das soluções, isto é, aquela que maximiza ou minimiza a função objetivo denomina-se solução ótima.

Um problema de programação linear deve ser equacionado obtendo-se um modelo que será, então, reduzido à forma-padrão para que seja permitida a aplicação de algoritmos que possam determinar a solução ótima para o problema. O algoritmo mais utilizado para resolvê-lo é o SIMPLEX.

Do ponto de vista matemático, o modelo deve ser constituído por uma função objetivo linear sujeita a restrições lineares. O modelo de PL formula o problema em termos de tomadas de decisão em relação aos níveis de atividades x_1, x_2, \dots, x_n que se denominam variáveis de decisão e as constantes de entrada para o modelo, os valores

c_j, b_j e a_{ij} , em que $i= 1,2,3,\dots,m$ e $j= 1,2,3,\dots,n$, que se denominam parâmetros. De forma geral pode ser escrito da seguinte maneira:

$$\text{Min ou Máx} \sum_{j=1}^n c_j x_j \quad (1)$$

Sujeito a:

$$\begin{aligned} \sum_{j=1}^n a_{ij} x_j &= b_i & \forall i = 1, \dots, m \\ \sum_{j=1}^n a_{ij} x_j &\geq b_i & \forall i = 1, \dots, m \\ \sum_{j=1}^n a_{ij} x_j &\leq b_i & \forall i = 1, \dots, m \end{aligned} \quad (2)$$

$$x_j \geq 0 \quad \forall j = 1, \dots, n$$

Onde:

x_j → Nível da atividade da alternativa j a ser determinado pela solução do Problema de Programação Linear (PPL);

$c_j x_j$ → Custo total da quantidade x_j do alimento j ;

c_j → Custo unitário associado à alternativa j ;

b_i → Valor limitante referente à restrição i ;

a_{ij} → Coeficiente que representa a contribuição unitária da alternativa j à restrição i .

1) → Função objetivo do PPL

2) → Restrições do PPL

As soluções que satisfazem ao conjunto de restrições do problema de programação linear são chamadas de soluções viáveis. Quando o conjunto de soluções viáveis do problema de programação linear é não-vazio, há garantia de existência de pelo menos uma solução ótima.

O método SIMPLEX, fundamentado na Álgebra Linear, baseia-se na propriedade de que a solução ótima do problema, caso exista, ocorre em um vértice (chamado de solução básica viável) do polítopo formado pelo conjunto das soluções viáveis do problema (DA COSTA, 2005). Assim, o método consiste em gerar, a cada iteração, soluções básicas viáveis cada vez melhores. Quando não é mais possível melhorá-la, a última solução obtida é considerada a solução ótima do problema.

6.2.1. Estrutura matricial do Algoritmo Simplex

Na sua forma matricial um PPL pode ser representado da seguinte forma (LINS & CALÔBA, 2006):

$$\text{Mín ou Max } c^T x$$

Sujeito a:

$$Ax \geq b$$

$$x \geq 0$$

Onde:

$$c^T = \begin{bmatrix} c_1 \\ \vdots \\ c_n \end{bmatrix}; \quad x = [x_1 \quad \dots \quad x_n]; \quad A = \begin{bmatrix} a_{11} & \dots & a_{1n} \\ \vdots & \vdots & \vdots \\ a_{m1} & \dots & a_{mn} \end{bmatrix}; \quad b = \begin{bmatrix} b_1 \\ \vdots \\ b_m \end{bmatrix}$$

O objetivo de estruturar um PPL na forma matricial é colocá-lo na sua forma canônica em relação a uma sequência básica dada (conhecida a priori).

Essas operações matriciais podem ser implementadas a todas as colunas (variáveis) do PPL ou a conjuntos de colunas, agrupados conforme dois critérios distintos, segundo variáveis básicas e não básicas e segundo variáveis naturais e de folga.

Seja o seguinte PPL definido como:

$$\text{Mín } Q(x) = c^T x$$

Sujeito a:

$$Ax = b$$

$$x \geq 0$$

Não se considerando casos de problemas degenerados, o número de variáveis básicas deve ser igual ao número de restrições do problema, ou seja, m . Segundo Lins e Calôba, 2006, pode-se então particionar a matriz A (e o vetor c^T) em duas matrizes denominadas B e R conforme a tabela abaixo:

6.2.1.1 - Partição da matriz A segundo as variáveis básicas e não básicas (Lins e Calôba, 2006)

| x_1, x_2, \dots, x_n | V.B. | V.N.B |
|------------------------|---------|---------|
| A | B | R |
| c^T | c_B^T | c_R^T |

Desta maneira uma parte da matriz A de dimensão $m \times m$, relativa às variáveis básicas, será chamada de B e a parte restante de dimensão $m \times (n-m)$, relativa às variáveis não básicas, será chamada de R. A linha correspondente a função objetivo também será particionada seguindo o mesmo raciocínio, a parte relativa as variáveis básicas será c_B^T e a parcela relativa às variáveis não básicas será c_R^T . O vetor das variáveis também pode ser visualizado como x_B e x_R .

Partindo desta idéia pode-se expressar o PPL como (LINS & CALÔBA. 2006):

$$\text{Mín } Q(x) = c_B^T x_b + c_R^T x_R$$

Sujeito a:

$$Bx_B + Rx_R = b$$

$$x_B, x_R \geq 0$$

Considerando as variáveis naturais (x_{nat}) e de folga (x_{slack}) já acrescentadas no PPL (forma canônica), podemos escrevê-lo da seguinte maneira:

$$\text{Mín } [c^T \quad 0] \cdot \begin{bmatrix} x_{nat} \\ x_{slack} \end{bmatrix}$$

Sujeito a:

$$[A_{orig} \quad I] \cdot \begin{bmatrix} x_{nat} \\ x_{slack} \end{bmatrix} = b$$

$$x_{nat}, x_{slack} \geq 0$$

Onde:

$x_{nat} \rightarrow$ É o vetor das variáveis naturais x_1, x_2, \dots, x_k

$x_{slack} \rightarrow$ É o vetor das variáveis de folga $x_{t+1}, x_{t+2}, \dots, x_n$

$x \rightarrow$ é o vetor de variáveis x_1, x_2, \dots, x_n

$A_{orig} \rightarrow$ É uma matriz $m \times t \{a_{11}, a_{12}, \dots, a_{mk}\}$

$I \rightarrow$ é a matriz identidade de tamanho $(n-t) \times (n-t)$

$b \rightarrow$ é o vetor $m \times 1$ composto pelos elementos b_1, b_2, \dots, b_m

$c \rightarrow$ é o vetor coluna $1 \times k$ composto por c_1, c_2, \dots, c_k e c^T o vetor linha

Na tabela abaixo está o formato matricial do problema, sendo efetuadas as operações definidas para colocá-lo na forma canônica com relação a uma sequencia “s”(ótima).

6.2.1.2 - Representação matricial segundo as variáveis naturais e de folga (Lins e Calôba, 2006).

| V.Naturais | V.Folga | R.H.S |
|------------------------------------|--------------------------------|-------------------------------------|
| x_1, x_2, \dots, x_k | $x_{t+1}, x_{t+2}, \dots, x_n$ | |
| $B^{-1} \cdot A_{orig}$ | B^{-1} | $B^{-1} \cdot b$ |
| $c^T - c_B^T \cdot B^{-1} \cdot A$ | $-c_B^T \cdot B^{-1}$ | $Q(x) - c_B^T \cdot B^{-1} \cdot b$ |

6.3. Programação linear multiobjetivo

A tomada de decisão em ambientes complexos normalmente envolve múltiplos objetivos, dados imprecisos e ou incompletos e múltiplos agentes de decisão. Assim, problemas de otimização do mundo real envolvem, naturalmente, múltiplos objetivos (DEB, 2001). Seja o caso de uma companhia que deseja, além da maximização do lucro, maximizar o nível de satisfação de seus funcionários, prover a comunidade com projetos sociais, ou ainda, elevar a qualidade de seus produtos (BUENO & OLIVEIRA, 2004).

Conforme Cohon (2004), os modelos de otimização ou programação multiobjetivo podem ser uma parte do processo de planejamento. Percebe-se que a otimização multiobjetivo, não gera apenas uma solução ótima, como o modelo de otimização clássica, mostrando que a solução se torna mais complexa, visto que na maioria das vezes os objetivos são conflitantes entre si.

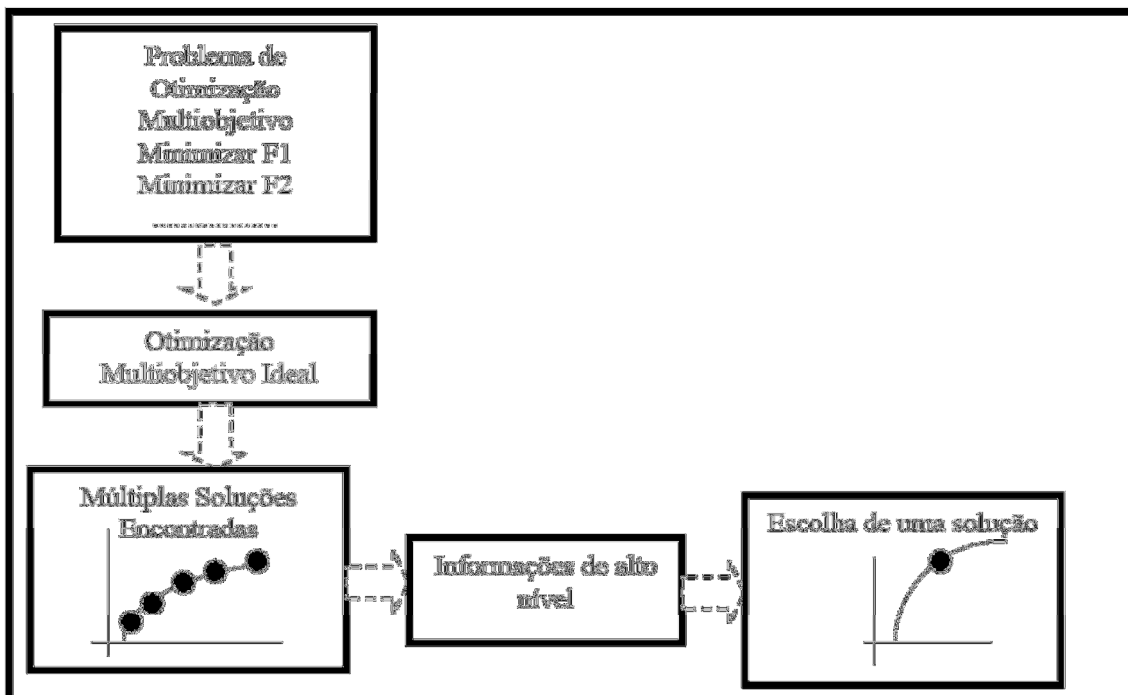
Segundo Pappa (2002), por tratar de objetivos conflitantes, na otimização multiobjetivo cada objetivo corresponde a uma solução ótima. Portanto, fica claro que, em comparação à otimização clássica, a otimização multiobjetivo requer maior análise por parte dos gestores, visando obter uma solução que atenda ao máximo de objetivos organizacionais. Trata-se de um modelo específico da programação matemática, de um

procedimento altamente estrutural e formal para encontrar a solução ótima de um problema de decisão (COHON, 2004).

Durante a década de 70, os modelos matemáticos ditos ortodoxos de pesquisa operacional, começaram a ser questionados na resolução de problemas complexos de gestão (ACKOFF, 1979). Portanto, ao analisar determinados problemas de decisão, tem-se que ter em mente que o mesmo na maioria das vezes, envolve muitos objetivos e se faz necessário haver uma maior participação e envolvimento das pessoas.

Conforme Wernke e Bornia (2001), nas décadas de 80 e 90 passam-se a considerar que não mais se deve analisar problemas, buscando uma solução ótima, e sim, gerar projetos e soluções de compromisso.

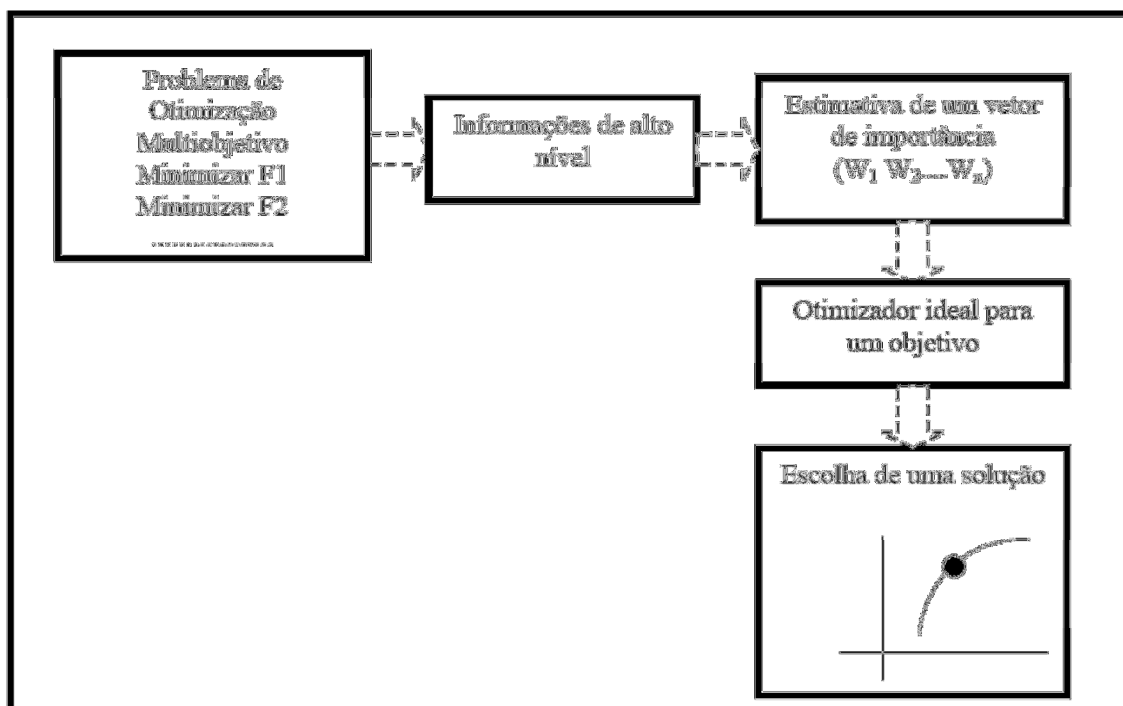
A figura 6.3.1 contempla a otimização multiobjetivo de uma maneira geral (DEB, 2001). Nota-se que, no passo 1, o gestor traduz o problema em equações, com suas respectivas funções objetivo e posteriormente, o resolve, encontrando múltiplas soluções. É interessante reiterar que em uma solução, dificilmente todos os objetivos estarão sendo satisfeitos simultaneamente. Dessa forma, o tomador de decisão precisa exercer seu julgamento acerca da importância de cada uma delas, sendo necessário o estabelecimento de uma ordenação ou hierarquia entre os objetivos. No passo 2, feito os julgamentos, o gestor escolhe a alternativa que mais satisfaz os múltiplos objetivos existentes no cenário empresarial.



6.3.1 - Otimização multiobjetivo visão geral (retirado de Deb 2001 apud Silva 2009)

A particularidade neste tipo de problemas é a presença de uma ordem de preferência ou prioridades para cada objetivo. A figura 6.3.2, contempla o método baseado em preferência proposto por Deb (2001).

Um método simples pode ser utilizado para criar uma função composta objetiva, definidas como a soma dos objetivos com seus respectivos pesos e proporcionais ao fator de preferência de um objetivo em particular (Pappa, 2002). Conforme Pappa (2002), a diferença essencial entre os dois esquemas de otimização é que, no esquema geral, a informação do problema não é utilizada para buscar por uma nova solução, e sim, para escolher uma solução dentre um conjunto de soluções ótimas.



6.3.2 - Programação multiobjetivo baseado em preferência-pesos (retirado de Deb 2001 apud Silva 2009)

Otimizar consiste em encontrar uma ou mais soluções viáveis que correspondem a valores extremos de um único objetivo ou mais condicionados por um conjunto de fatores de um sistema (OLIVEIRA, 2005) Nesse sentido, é necessário que se tenha clareza sobre os objetivos a serem otimizados desses objetivos e do funcionamento do sistema. A segunda questão é que quem decide não faz isso considerando apenas um objetivo, buscando uma condição satisfatória (ARROYO, 2002).

Alguns dos objetivos escolhidos para o problema podem ter relações conflituosas entre si (como dito anteriormente), ou seja, divergirem. Isso, acrescido dos múltiplos vetores da região de eficiência aceitável determina a necessidade de uma

intervenção do decisor na escolha da solução. Em geral essa escolha é feita a partir de uma escala de preferência do decisor.

De acordo com Oliveira existe uma diferença fundamental entre a otimização de um único objetivo e multiobjetivo, para objetivos conflitantes cada objetivo corresponde a uma solução ótima diferente. Assim para se ter maior êxito em otimização multiobjetivo o número de soluções ótimas aumenta por causa da negociação entre os objetivos conflitantes que são importantes em determinado momento.

No problema resolvido nesta dissertação, conflitos claros entre os objetivos são observados, por exemplo, os alimentos mais baratos podem conter maior concentração de colesterol; ao se tentar obter uma dieta de baixo custo, incorre-se ao mesmo tempo numa dieta rica em colesterol e vice-versa.

Há vários métodos para abordar um problema multiobjetivo, o que foi utilizado nesta dissertação é o método da ponderação dos objetivos já que com este método é possível chegar a problemas “monoobjetivos” equivalentes e podem ser resolvidos através do método simplex. O método da ponderação dos objetivos (*Weighting objectives method*) será explicado no capítulo a seguir.

6.4. Método da ponderação dos objetivos (*Weighting objectives method*)

Na abordagem por ponderação exige-se a atribuição de pesos - valores escalares não-negativos - aos objetivos. A idéia é que a importância relativa dos objetivos seja estabelecida pelos pesos: pesos maiores para objetivos mais importantes, pesos relativamente menores para objetivos menos importantes.

Sendo o seguinte problema de programação multiobjetivo com “*k*” funções objetivo:

$$\begin{aligned} \text{Min ou Máx } z_1 &= c_1x_1 + c_2x_2 + \dots + c_nx_n \\ &\quad \vdots \quad \quad \quad \vdots \quad \quad \quad \vdots \quad \quad \quad \vdots \\ z_k &= c_1^kx_1 + c_2^kx_2 + \dots + c_n^kx_n \end{aligned}$$

Sujeito a:

$$\begin{aligned} a_{11}x_1 + a_{12}x_2 + \dots + a_{1n}x_n &\leq b_1 \\ a_{21}x_1 + a_{22}x_2 + \dots + a_{2n}x_n &\leq b_2 \\ &\quad \vdots \quad \quad \quad \vdots \quad \quad \quad \vdots \quad \quad \quad \vdots \\ a_{m1}x_1 + a_{m2}x_2 + \dots + a_{mn}x_n &\leq b_m \end{aligned}$$

SIMPLEX além do pacote Solver do *Microsoft Excel*. Além disso, dá flexibilidade para a apresentação de diversos cenários, cada um com ponderações diferentes sejam elas com bases médicas ou apenas da preferência do usuário.

6.5. Modelo baseado na proposta de Stigler (1945)

Esta primeira abordagem ao problema da Dieta para pacientes com ICC foi baseado no modelo clássico de Stigler desenvolvido em seu trabalho em 1945 e depois usado como base em diversos outros trabalhos já discutidos no capítulo 6.1.

Nesta abordagem é usada a Programação Linear para a modelagem matemática, no caso desta dissertação as restrições neste modelo são apenas as necessidades nutricionais mínimas e máximas, básicas, para um paciente com ICC e, a função objetivo do problema é a minimização do custo do cardápio total diário.

O problema possui 200 alimentos na base de dados, são 14 os nutrientes que precisam ser atendidos, alguns deles apenas com limites máximos ou mínimos e outros com ambos (discutido no capítulo 3.2) totalizando 23 restrições, segue abaixo a modelagem do problema e endereçado para um indivíduo do sexo masculino com 60 anos e 88kg:

$$\text{Mín } \sum_{i=1}^{200} \text{Custo}_i x_i$$

Sujeito a:

$$\sum_{i=1}^{200} \text{Energia}_i \cdot x_i \geq 1920 \quad ; \quad \sum_{i=1}^{200} \text{Energia}_i \cdot x_i \leq 2560 \quad ;$$

$$\sum_{i=1}^{200} \text{Proteína}_i \cdot x_i \geq 64 \quad ; \quad \sum_{i=1}^{200} \text{Proteína}_i \cdot x_i \leq 80 \quad ;$$

$$\sum_{i=1}^{200} \text{Colesterol}_i \cdot x_i \leq 200;$$

$$\sum_{i=1}^{200} \text{Carboidratos}_i \cdot x_i \geq 80 \quad ; \quad \sum_{i=1}^{200} \text{Carboidratos}_i \cdot x_i \leq 150 \quad ;$$

$$\sum_{i=1}^{200} \text{Fibras}_i \cdot x_i \geq 20;$$

$$\sum_{i=1}^{200} \text{Cálcio}_i \cdot x_i \geq 950;$$

$$\sum_{i=1}^{200} \text{Magnésio}_i \cdot x_i \geq 350;$$

$$\sum_{i=1}^{200} \text{Magnésio}_i \cdot x_i \leq 420 \quad ; \quad \sum_{i=1}^{200} \text{Manganês}_i \cdot x_i \geq 1,3 \quad ;$$

$$\sum_{i=1}^{200} \text{Manganês}_i \cdot x_i \leq 11;$$

$$\sum_{i=1}^{200} \text{Ferro}_i \cdot x_i \geq 8 \quad ; \quad \sum_{i=1}^{200} \text{Ferro}_i \cdot x_i \leq 40 \quad ;$$

$$\sum_{i=1}^{200} \text{Sódio}_i \cdot x_i \leq 2000;$$

$$\sum_{i=1}^{200} \text{Cobre}_i \cdot x_i \geq 0,9 \quad ; \quad \sum_{i=1}^{200} \text{Cobre}_i \cdot x_i \leq 10,0 \quad ;$$

$$\sum_{i=1}^{200} \text{Zinco}_i \cdot x_i \geq 10,0 \quad ; \quad \sum_{i=1}^{200} \text{Zinco}_i \cdot x_i \leq 40,0 \quad ;$$

$$\sum_{i=1}^{200} \text{Piridoxina}_i \cdot x_i \geq 2,0;$$

$$\sum_{i=1}^{200} \text{VitC}_i \cdot x_i \geq 90,0;$$

$$\sum_{i=1}^{200} \text{GordSat}_i \cdot x_i \leq 9,0;$$

$$x_i \geq 0 \quad i = 1, \dots, 200$$

Onde Custo_i é o custo (R\$/g) do “i-ésimo” alimento e x_i é a quantidade (gramas) do “i-ésimo” alimento, totalizando 200 deles.

Os resultados foram obtidos através do *software* Solver utilizado em conjunto com uma planilha do Excel, o cardápio obtido foi:

- 44g de farinha de trigo;
- 281g de almeirão;
- 10g de acerola;
- 28g de lambari;
- 60g de coxa de frango com pele;
- 156g de feijão tipo guandu;
- Custo do cardápio diário de R\$ 2,05.

Fica claro que a dieta elaborada por este modelo é totalmente desbalanceada e, apesar de possuir alimentos de quase todos os grupos alimentícios, é dificilmente palatável já que as quantidades são pequenas, baseando a dieta basicamente em verduras (almeirão) e grãos (feijão guandu).

Este modelo por possuir grande base de dados e um número limitado de restrições sempre irá me retornar o valor ótimo do custo do cardápio por mais que os alimentos da base de dados sejam modificados e foi realizado apenas como ponto de partida, servindo de análise para a posterior caracterização do modelo de acordo com o que foi considerado ideal, incluindo características de outras propostas encontradas na literatura (capítulo 6.1) e elaboradas para adquirir maior consistência com a realidade, além de permitir a sua customização para diferentes tipos/perfis de usuários.

6.6. Modelagem proposta através da Programação multiobjetivo

6.6.1. Características do modelo proposto

Neste modelo foi proposta a utilização da programação multiobjetivo para a geração de cardápios diários, este tipo de abordagem foi considerada a ideal por permitir uma flexibilização de cenários e ser mais consistente com a realidade patológica do paciente com ICC. Além disso foram incluídas características na modelagem presentes na literatura em outras abordagens como a introdução de restrições para cada grupo de alimentos tornando a dieta balanceada e palatável (idéia embrionária vista em Smith, 1963) e o uso do Solver como ferramenta para elaboração de dietas presente em Bosh (1994) e Erkut (1993).

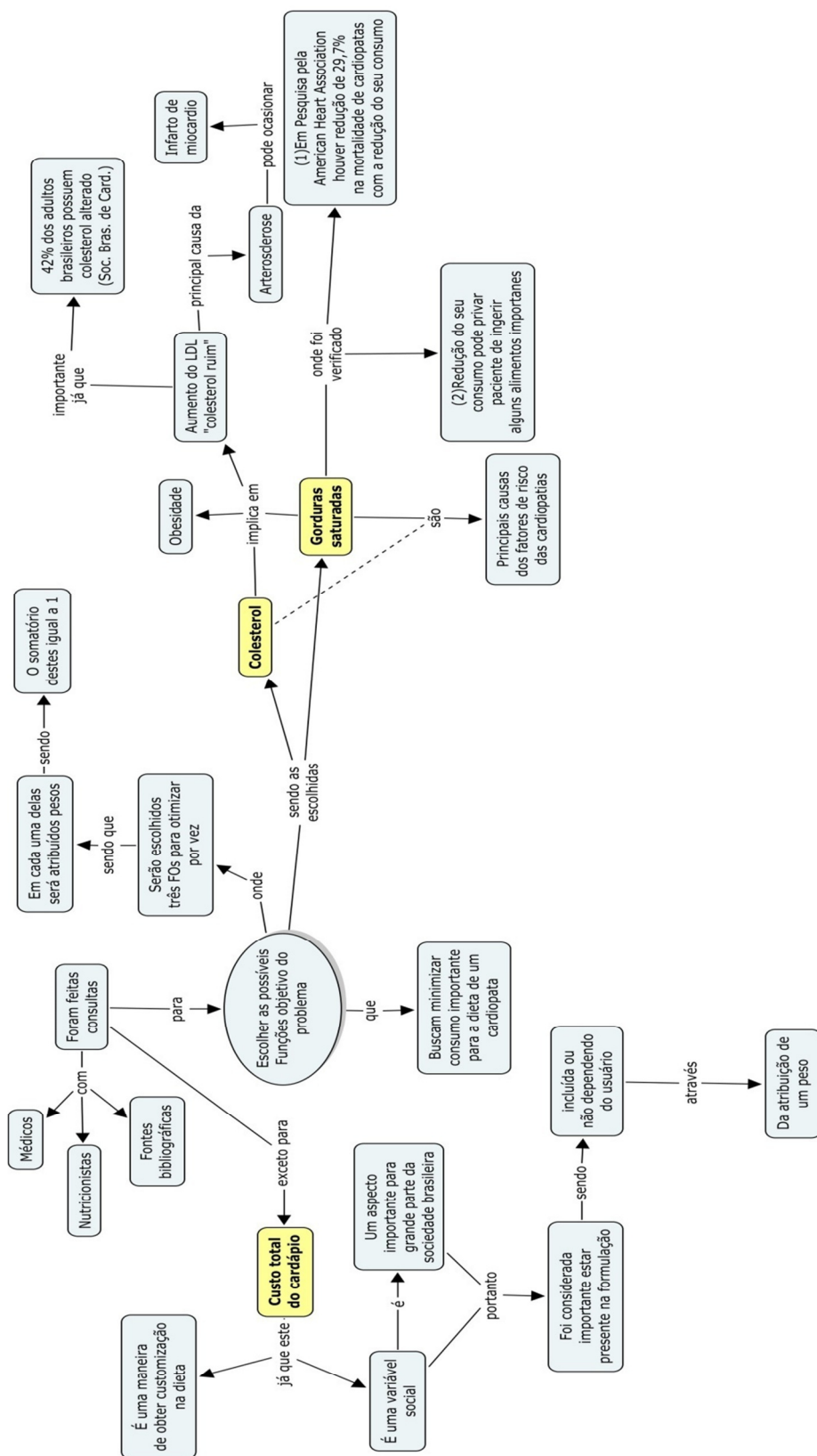
As restrições de consumo de grupo de alimentos citadas serão definidas pelo usuário, podendo estar presente um nutricionista/médico para indicar as quantidades aproximadas ou definidas simplesmente a partir do seu gosto e preferência.

Neste modelo o usuário deve entrar com sua idade, peso e sexo já que algumas restrições de alimentos se baseiam nestes dados além do modelo incluir a possibilidade do paciente praticar exercícios físicos (foram utilizados natação, esteira e bicicleta ergométrica) o que alteraria o valor energético da dieta necessário.

Como é uma modelagem através da Programação multiobjetivo o primeiro passo foi decidir que objetivos o modelo deve otimizar, portanto, foi feita uma discussão com um nutricionista e o mapa conceitual gerado a partir desta entrevista pode ser vista abaixo.

Neste mapa conceitual foram apresentados os três objetivos selecionados para serem otimizados. Estes objetivos foram selecionados através de sugestões durante as entrevistas realizadas com os especialistas e são explicados no mapa.

A questão da inclusão do custo na função objetivo é além das questões nutricionais, como mostrado no mapa conceitual é uma variável social, já que muitas pessoas de baixa renda são acometidas por esta cardiopatia, a inclusão da possibilidade de gerar dietas com valores menores seria uma característica muito importante no modelo proposto.



(1) American Heart Association. Heart Disease and Stroke Statistics - 2005 Update. Dallas, TX: American Heart Association, 2005.

(2) Sigman-Grant, M., R. Warland, and G. Hsieh. Selected lower-fat foods positively impact nutrient quality in diets of free-living Americans. J. Am. Diet. Assoc. 103: 570, 2003.

6.6.1.1 - Mapa da escolha das Funções objetivo

Foram selecionados três objetivos, minimização de gorduras saturadas, colesterol e o custo do cardápio. As duas primeiras por ser a principal causa dos fatores de risco da ICC que é a obesidade e o nível de gordura e colesterol LDL no sangue. A terceira, por ser uma questão social, sabemos que o custo dos alimentos é uma variável importante para grande parte da sociedade brasileira.

O modelo proposto apresenta na planilha inicial um espaço onde o usuário deverá preencher seus dados (sexo, idade, altura e peso), se pratica ou não atividade física (seu grau de intensidade e tempo) e indicar os limites mínimos e máximos que deseja consumir em cada grupo de alimentos, estes limites podem ser discutidos com o médico/nutricionista responsável, podendo em alguns casos partir apenas do gosto pessoal. Na parte inicial também será pedido para o usuário inserir os pesos para cada uma das funções objetivo.

Abaixo seguem figuras da interface do modelo proposto:

| | A | B | C | D | E | F | G | H |
|----|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 37 | | | | | | | | |
| 38 | | | | | | | | |
| 39 | | | | | | | | |
| 40 | | | | | | | | |
| 41 | | | | | | | | |
| 42 | | | | | | | | |
| 43 | | | | | | | | |
| 44 | | | | | | | | |
| 45 | | | | | | | | |
| 46 | | | | | | | | |
| 47 | | | | | | | | |

| ingestão de cereais e derivados (g) | ingestão de verduras e derivados (g) | ingestão de frutas e derivados (g) | ingestão de peixes e carnes (g) | ingestão de leite e derivados (g) | ingestão de grãos (g) |
|-------------------------------------|--------------------------------------|------------------------------------|---------------------------------|-----------------------------------|-----------------------|
| 2,0 | 1,0 | 1,0 | 2,0 | 1,0 | 3,0 |
| 3,0 | 3,0 | 2,0 | 4,0 | 2,0 | 5,0 |

6.6.1.2 - Interface do software - Restrição de consumo dos grupos de alimentos

| Dados pessoais | | | Prática de Exercícios Físicos | | | | | | | | | |
|----------------|-------------|-----------|--------------------------------------|-------------------|-------------------|--------------------------------------|-------------------|-------------------|--|-------------------|-------------------|---|
| Gênero | Altura (cm) | Peso (Kg) | Esteira (inserir o tempo em minutos) | | | Natação (inserir o tempo em minutos) | | | Bicicleta Ergométrica (inserir o tempo em minutos) | | | |
| | | | Alta intensidade | Média intensidade | Baixa intensidade | Alta intensidade | Média intensidade | Baixa intensidade | Alta intensidade | Média intensidade | Baixa intensidade | |
| HOMEM | 175 | 88 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| MULHER | | | | | | | | | | | | |

6.6.1.3 - Interface do Software - Dados pessoais e prática de atividades físicas

| | | | |
|----|--------------|---------------------------|-------------------|
| 58 | | | |
| 59 | | | |
| 60 | | Gorduras Saturadas | Colesterol |
| 61 | | | |
| 62 | Pesos | 0,3 | 0,5 |
| 63 | | | |

6.6.1.4 - Interface do software - escolha da quantidade consumida por grupo de alimento

Para calcular o gasto calórico dos exercícios foi usado o MET – Equivalente metabólico da Tarefa. Cada exercício físico possui um MET correspondente, variando de acordo com a intensidade que é praticado e sua fórmula é (Mackenzie, 2003):

$$\text{Gasto Energético (cal)} = \text{MET} \cdot 0,0175 \cdot \text{Peso(Kg)} \cdot \text{Duração(minutos)}$$

O cálculo do gasto calórico dos exercícios físicos através do MET é amplamente utilizado por profissionais de Educação Física e já discutida sua eficácia na literatura, análises estas que podem ser encontradas em Davis *et al* (2000) e Mackenzie (2003).

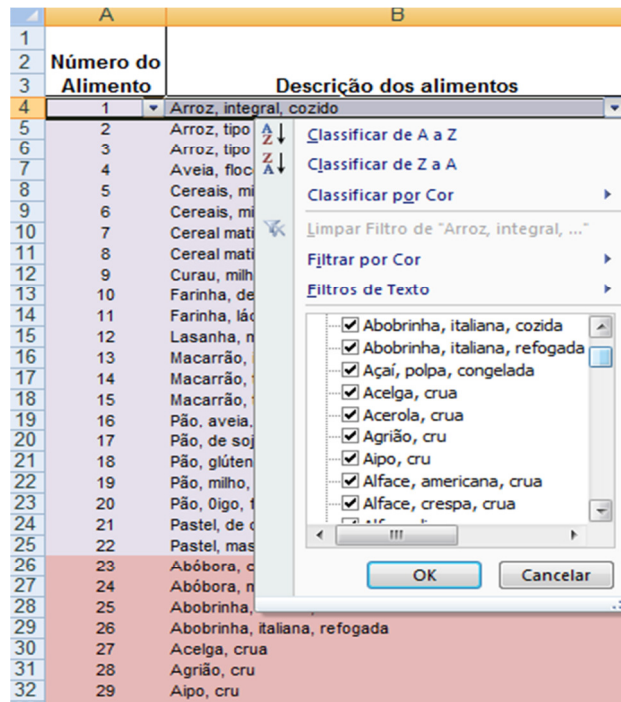
As atividades físicas utilizadas neste modelo foram escolhidas por serem as mais comumente praticadas e seus METs são:

6.6.1.1 - Valores com os MET das atividades físicas (Davis, 2000)

| Atividade Física | Intensidade | MET |
|-------------------------|--------------------|------------|
| Esteira | Baixa (4 km/h) | 2,0 |
| | Média (5,5 km/h) | 3,3 |
| | Alta (10 km/h) | 10,0 |
| Natação | Baixa | 4,0 |
| | Média | 7,0 |
| | Alta | 10,0 |
| Bicicleta | Baixa | 4,0 |
| | Média | 7,0 |
| | Alta | 12,5 |

O modelo permite também a escolha dos alimentos que devem estar presentes para o cálculo do cardápio, a base de dados contém 480 alimentos presentes na tabela TACO (citado no capítulo 3.1 desta dissertação) mas por limitações computacionais do *software* Solver é necessário o usuário escolher 200 dentre estes.

Abaixo está a figura mostrando como seria feita esta escolha no software proposto:



6.6.1.5 - Interface do software - escolha dos alimentos a integrar a base de dados

6.6.2. Formulação matemática do modelo multiobjetivo proposto (modelo 1)

Nesta modelagem a primeira etapa foi particionar os alimentos da base de dados de acordo com seu grupo alimentício, como discutido no decorrer desta dissertação foram utilizados 6 grupos de alimentos que são cereais e outros, verduras e legumes, frutas, leite e derivados, grãos, carnes e peixes. A nomenclatura usada foi a seguinte:

- Cereais, para os cereais
- VerdLeg, para as verduras e legumes;
- Frutas, para as frutas;
- LeiteDeriv, para os leites e derivados;
- Grãos, para os grãos;

— CarnePeixe, para as carnes e peixes.

Essa divisão dos alimentos em seus grupos alimentícios foi feita para incluir as restrições de consumo (máximas e mínimas) de cada grupo de alimentos, o que tornará a dieta gerada balanceada e mais facilmente aceita pelo usuário.

Foi pedido ao indivíduo que escolha os 200 alimentos para entrar no cálculo (como variáveis de decisão), estes alimentos constituíam do 1 ao 22 cereais e derivados, do 23 ao 63 verduras e legumes, do 64 ao 111 frutas, do 112 ao 169 carnes e peixes, do 170 ao 183 leites e derivados e do 184 ao 200 grãos.

Nesta seleção dos alimentos, a indicação das quantidades mínimas e máximas para cada grupo alimentício e os pesos para cada função objetivo tornam por parte do indivíduo alvo torna a dieta voltada ao seu gosto pessoal.

A modelagem é voltada para um paciente voluntário que sofre de ICC, homem com 60 anos, 1,75 metros e 88kg, este paciente em questão estava levemente com sobrepeso e não praticava exercícios físicos e a formulação deste modelo de programação multiobjetivo foi a seguinte:

$$\text{Mín} \sum_{i=1}^{200} x_i \cdot (w_1 \cdot \text{GordSat}_i + w_2 \cdot \text{Colesterol}_i + w_3 \cdot \text{Custo}_i)$$

Sujeito a:

$$\sum_{i=1}^{200} \text{Energia}_i \cdot x_i \geq 1920 \quad ; \quad \sum_{i=1}^{200} \text{Energia}_i \cdot x_i \leq 2560 \quad ;$$

$$\sum_{i=1}^{200} \text{Proteína}_i \cdot x_i \geq 64 \quad ; \quad \sum_{i=1}^{200} \text{Proteína}_i \cdot x_i \leq 80 \quad ;$$

$$\sum_{i=1}^{200} \text{Colesterol}_i \cdot x_i \leq 200;$$

$$\sum_{i=1}^{200} \text{Carboidratos}_i \cdot x_i \geq 80 \quad ; \quad \sum_{i=1}^{200} \text{Carboidratos}_i \cdot x_i \leq 150 \quad ;$$

$$\sum_{i=1}^{200} \text{Fibras}_i \cdot x_i \geq 20;$$

$$\sum_{i=1}^{200} \text{Cálcio}_i \cdot x_i \geq 950;$$

$$\sum_{i=1}^{200} \text{Magnésio}_i \cdot x_i \geq 350;$$

$$\sum_{i=1}^{200} \text{Magnésio}_i \cdot x_i \leq 420 \quad ; \quad \sum_{i=1}^{200} \text{Manganês}_i \cdot x_i \geq 1,3 \quad ;$$

$$\sum_{i=1}^{200} \text{Manganês}_i \cdot x_i \leq 11;$$

$$\sum_{i=1}^{200} \text{Ferro}_i \cdot x_i \geq 8 \quad ; \quad \sum_{i=1}^{200} \text{Ferro}_i \cdot x_i \leq 40 \quad ;$$

$$\sum_{i=1}^{200} \text{Sódio}_i \cdot x_i \leq 2000;$$

$$\sum_{i=1}^{200} \text{Cobre}_i \cdot x_i \geq 0,9 \quad ; \quad \sum_{i=1}^{200} \text{Cobre}_i \cdot x_i \leq 10,0 \quad ;$$

$$\sum_{i=1}^{200} \text{Zinco}_i \cdot x_i \geq 10,0 \quad ; \quad \sum_{i=1}^{200} \text{Zinco}_i \cdot x_i \leq 40,0 \quad ;$$

$$\sum_{i=1}^{200} \text{Piridoxina}_i \cdot x_i \geq 2,0;$$

$$\sum_{i=1}^{200} \text{VitC}_i \cdot x_i \geq 90,0;$$

$$\sum_{i=1}^{200} \text{GordSat}_i \cdot x_i \leq 9,0;$$

$$\sum_{i=1}^{22} \text{Cereais}_i \leq \text{MáxCereais} \quad ; \quad \sum_{i=1}^{22} \text{Cereais}_i \geq \text{MínCereais} \quad ; \quad (1)$$

$$\sum_{i=23}^{63} \text{VerdLeg}_i \leq \text{MáxVerdLeg} \quad ; \quad \sum_{i=23}^{63} \text{Cereais}_i \geq \text{MínVerdLeg} \quad ; \quad (2)$$

$$\sum_{i=64}^{111} \text{Frutas}_i \leq \text{MáxFrutas} \quad ; \quad \sum_{i=64}^{111} \text{Frutas}_i \geq \text{MínFrutas} \quad ; \quad (3)$$

$$\sum_{i=112}^{169} CarnePeixe_i \leq MáxCarnePeixe ; \sum_{i=112}^{169} CarnePeixe_i \geq MínCarnePeixe ; (4)$$

$$\sum_{i=170}^{183} LeiteDeriv_i \leq MáxLeiteDeriv ; \sum_{i=170}^{183} LeiteDeriv_i \geq MínLeiteDeriv ; (5)$$

$$\sum_{i=184}^{200} Grãos_i \leq MáxGrãos ; \sum_{i=184}^{200} Grãos_i \geq MínGrãos ; (6)$$

$$x_i, Cereais_i, VerdLeg_i, Frutas_i, CarnePeixe_i, LeiteDeriv_i, Grãos_i \geq 0$$

$$p/i = 1, \dots, 200$$

Onde:

$x_i \rightarrow$ Quantidade do i -ésimo alimento em gramas, contando todos os alimentos presentes na base de dados e passíveis de entrar na solução ótima;

$w_1 \rightarrow$ Peso atribuído a função objetivo de minimização do consumo de gorduras saturadas;

$w_2 \rightarrow$ Peso atribuído a função objetivo de minimização do consumo de colesterol;

$w_3 \rightarrow$ Peso atribuído a função objetivo de minimização do custo da dieta gerada;

$Cereais_i \rightarrow$ Variável de decisão correspondente à quantidade do i -ésimo cereal/derivado;

$VerdLeg_i \rightarrow$ Variável de decisão correspondente à quantidade da i -ésima verdura ou legume;

$Frutas_i \rightarrow$ Variável de decisão correspondente à quantidade do i -ésimo fruta;

$CarnePeixe_i \rightarrow$ Variável de decisão correspondente à quantidade da i -ésima carne ou peixe;

$LeiteDeriv_i \rightarrow$ Variável de decisão correspondente à quantidade da i -ésima leite ou derivado;

$Grãos_i \rightarrow$ Variável de decisão correspondente à quantidade do i -ésima grão;

$MáxCereais, MáxVerdLeg, MáxFrutas, MáxCarnePeixe, MáxLeiteDeriv, MáxGrãos \rightarrow$ Quantidades máximas desejadas para cada grupo de alimentos

$MínCereais, MínVerdLeg, MínFrutas, MínCarnePeixe, MínLeiteDeriv, MínGrãos \rightarrow$ Quantidades mínimas desejadas para cada grupo de alimentos

1,2,3,4,5,6 \rightarrow Restrições de consumo para cada grupo de alimentos;

Os valores para os pesos definidos (para as funções objetivo) pelo indivíduo alvo foram:

$w_1 = 0,3$ (peso relativo à função objetivo de min. gorduras saturadas)

$w_2 = 0,5$ (peso relativo à função objetivo de min. colesterol)

$w_3 = 0,2$ (peso relativo à função objetivo de min. custo do cardápio)

Estes pesos foram escolhidos diretamente pelo indivíduo alvo, relativos ao seu gosto pessoal, sem a presença do médico/nutricionista para supervisionar a escolha. Esta opção foi feita já que o modelo foi realizado apenas para testar se as soluções geradas são palatáveis. No caso de uma aplicação efetiva do *software* proposto a presença dos especialistas seria essencial para obter um cardápio efetivo diretamente voltado para as necessidades clínicas do paciente.

Para os grupos de alimentos, as quantidades definidas pelo usuário foram:

$MínCereais = 100g$ $MáxCereais = 200g$

$MínVerdLeg = 100g$ $MáxVerdLeg = 300g$

$MínFrutas = 100g$ $MáxFrutas = 200g$

$MínCarnePeixe = 200g$ $MáxCarnePeixe = 400g$

$MínLeiteDeriv = 100g$ $MáxLeiteDeriv = 200g$

$MínGrãos = 290g$ $MáxGrãos = 500g$

A dieta gerada pelo modelo 1 foi:

- 158g de arroz integral
- 41g de arroz tipo 2
- 119g de caruru
- 110g de repolho roxo
- 100g de banana nanica

- 200g de peixe dourado
- 100g de iogurte natural desnatado
- 290g de feijão preto
- Custo total de R\$ 8,14

Claramente este cardápio é balanceado e palatável e apresenta uma dieta culturalmente presente no dia-a-dia da população brasileira além de atender tanto os desejos pessoais do usuário quanto as restrições resultantes da sua cardiopatia, portanto, pode-se considerar que o modelo reflete o cenário real de um paciente com ICC.

6.6.2.1. Formulação do modelo 2 - teórico

Como forma de comparação, foi formulado um segundo modelo teórico, com características diferentes ao modelo apresentado no capítulo anterior, adicionando a prática de exercícios físicos.

Para este modelo foi considerada a mesma modelagem descrita acima mas para um homem de 60 anos e 88kg, praticando 20 minutos de bicicleta ergométrica com intensidade média (que totaliza 215,6 calorias a mais no valor energético da dieta), atribuindo 0 para o peso da FO relativa ao custo, 0,5 para o peso da FO relativa a ingestão de colesterol, 0,5 para o peso da FO relativa a ingestão de gorduras saturadas, os dados utilizados como inputs do modelo estão na tabela 6.6.2.1.1. As restrições de consumo para cada grupo alimentício também foram definidas e estão na tabela 6.6.2.1.2.

6.6.2.1.1 - Inputs do modelo teórico (1)

| Idade/ Peso | Ativ. Física | Tempo | Gasto calórico | Peso para Custo | Peso para gord. saturadas | Peso para colesterol |
|------------------------|-------------------------|--------------|---------------------------|----------------------------|--------------------------------------|---------------------------------|
| 60/88kg | Bicicleta | 20min | 215,6cal | 0 | 0,5 | 0,5 |

6.6.2.1.2 - Inputs do modelo teórico (2)

| Grupo alimentar | Min (gramas) | Max (gramas) |
|------------------------|---------------------|---------------------|
| Cereais e outros | 200 | 300 |
| Verduras e Legumes | 100 | 300 |
| Frutas | 200 | 300 |
| Carnes e Peixes | 200 | 400 |
| Leite e derivados | 100 | 200 |
| Grãos | 200 | 500 |

O cardápio gerado pelo modelo 2 é:

- 182g de arroz tipo 2
- 18g de arroz integral
- 74g de caruru
- 226g de quiabo
- 280g de mamão
- 200g de atum
- 100g de iogurte natural desnatado
- 143g de feijão preto
- 57g de ervilhas
- Custo total de R\$ 12,16

Este modelo foi feito considerando o cenário em que o indivíduo despreza o fator de custo no cardápio além de incluir a prática de atividade física na modelagem, o que leva a uma alteração do V.E.D (valor energético da dieta). As quantidades desejadas de consumo para cada grupo alimentar também foram modificadas a fim de obter uma dieta diferente do modelo “real” feito no capítulo anterior.

O cenário teve como objetivo ver se mesmo com a inclusão da prática de atividades físicas (o que leva ao consumo de uma dieta mais calórica) e mudança nos coeficientes das funções objetivos (neste caso a função objetivo relativa ao custo teve peso zero) ainda seria possível serem gerados cardápios adequados.

Pode ser visto claramente que a dieta formulada pelo modelo é palatável e adequada ao paladar cultural brasileiro, esta tem algumas diferenças com a dieta do modelo 1 e um custo maior (já que foi desprezada a variável de custo) mas continua sendo uma dieta adequada e que atende a todos os requisitos nutricionais do problema.

6.6.3. Análise do resultado e pós otimização do modelo 1

Primeiramente foi feita uma análise sobre o cardápio gerado no modelo 1 aplicado aos cardápio gerado seguindo os gostos pessoais do indivíduo voluntário já citado anteriormente, discutindo os aspectos e características nutricionais de cada alimento que foi incluído na solução:

- **Arroz integral:**

- É um alimento que tem uma quantidade considerável de fibras mas não é o que possui mais (10º dentre 22) já que os cereais de milho e aveia possuem muito mais fibras mas comparados a estes possuem muito menos sódio, chegando a ter 100x menos que alguns destes.
- É o tipo de arroz que possui menor número de carboidratos e um dos alimentos que apresenta menor índice deste micronutriente dentre os cereais.
- Possui menos fibras que algumas massas presentes neste grupo mas muito menos carboidratos o que o torna melhor opção.
- Ótima fonte de manganês é o 5º alimento do grupo a possuir mais deste micronutriente.
- A quantidade de gorduras saturadas presente nele é ínfima, o que permite a escolha de quantidade razoável de carnes/peixes sem violar a restrição.

- **Caruru:**

- Excelente fonte de fibras, o 3º maior dentre o grupo de legumes/verduras

complementando assim as fibras do arroz integral.

- Alimento com maior índice de manganês no grupo, chegando a ter 30 vezes mais deste micronutriente do que a maioria dos alimentos do grupo.
- Alimento com maior índice de ferro tendo quase 20 vezes mais de ferro que a maioria dos alimentos deste grupo.
- A quantidade de sódio também é a menor do grupo de alimentos.
- Essa quantidade de fibras, manganês e ferro altas, somado ao baixo índice de sódio o torna um alimento quase sempre presente nas simulações de cardápios.

- **Banana:**

- É um alimento bastante energético.
- É uma excelente fonte de magnésio, a 2ª maior do seu grupo de alimentos.
- Alimento extremamente barato, na cotação de preços foi verificado que tem o menor preço/100g dentre todos os alimentos do seu grupo de alimentos.

- **Dourado:**

- Alimento com índice de colesterol baixíssimo (menor no grupo carnes/peixes), o que é importante de se escolher principalmente no grupo de carnes/peixes.
- Quantidade de zinco também é bem alta, a 2ª maior do seu grupo. Importante escolher um alimento deste grupo com alto índice de zinco já que este não é muito encontrado nos outros grupos de alimentos.
- Por ser um peixe a quantidade de gorduras saturadas também é baixa.
- É um alimento com um preço razoável.

- **Iogurte:**

- Pode ser considerado como sobremesa no cardápio, o que ajudaria na palatabilidade.
- É o segundo do grupo com menos gorduras saturadas presentes.

— É um alimento barato.

- **Feijão preto:**

— Alimento com preço intermediário.

— Quantidade de ferro razoável e gorduras saturadas muito baixas.

— Terceiro alimento do grupo com maior quantidade de fibras.

- **Repolho roxo:**

— É o alimento que possui maior concentração de manganês no seu grupo.

— É o alimento mais barato do grupo o que o faz ter uma boa relação custo-benefício.

— É o segundo alimento do grupo em concentração de cobre.

No segundo passo, foi realizado um teste de pós-otimização analisando quais alimentos que ficaram fora da base de dados escolhida pelo usuário seriam capazes de (caso escolhidos para estarem presentes na base de dados) “entrar” no resultado, “melhorando” a função objetivo.

Segundo Calôba e Lins (2006) e Hillier e Lieberman (2010) o preço sombra pode ser definido como a variação do valor objetivo da solução ótima de um problema de otimização obtido através do relaxamento da restrição por uma unidade, ou seja, é a utilidade marginal de relaxar a restrição ou, de forma equivalentemente, o custo marginal de reforçar a restrição, portanto só existe preço sombra nas restrições chamadas “justas”, sem folgas. A expressão matemática do preço sombra é:

$$\text{Preço sombra} = C_b^T \cdot B^{-1}$$

Estes parâmetros para o cálculo do preço sombra já foram definidos no capítulo 6.3.1 desta dissertação, onde C_b^T é a parte relativa às variáveis básicas na linha correspondente a função objetivo e B^{-1} a inversa da partição da matriz A, relativa às variáveis básicas.

De acordo com Calôba e Lins (2006) e Lachtermacher (2007), ao incluir-se uma nova variável no problema deve-se verificar tão somente se o mesmo processo ou

produto será utilizado, portanto basta calcular o coeficiente no tableu final da nova variável x_{nova} : $C_{nova}^T - C_b^T \cdot B^{-1} \cdot A_{nova}$, caso este valor seja negativo será proveitoso colocar este novo produto/variável no problema, logo para que a variável x_{nova} entre na solução deve atender a:

$$C_{nova}^T - C_b^T \cdot B^{-1} \cdot A_{nova} \leq 0$$

Onde A_{nova} é a matriz coluna com a composição nutricional do novo alimento e C_{nova}^T é o elemento (linha) na linha da função objetivo da variável a ser testada.

Para o modelo 1 gerado temos os seguintes preços sombra:

6.6.3.1 - Tabela com os preços sombras do problema

| Restrição | Preço sombra |
|--|---------------------|
| Restrição de energia - máximo | -0,00012 |
| Restrição de energia - mínimo | 0 |
| Restrição de proteínas máximo | 0 |
| Restrição de proteínas mínimo | 0 |
| Restrição de colesterol máximo | 0 |
| Restrição de carboidratos máximo | -0,00036 |
| Restrição de carboidratos mínimo | 0 |
| Restrição de Fibras mínimo | 0 |
| Restrição de Cálcio mínimo | 0,000333 |
| Restrição de magnésio máximo | 0 |
| Restrição de magnésio mínimo | 0,001594 |
| Restrição de manganês máximo | 0 |
| Restrição de manganês mínimo | 0 |
| Restrição de ferro máximo | 0 |
| Restrição de ferro mínimo | 0 |
| Restrição de sódio máximo | 0 |
| Restrição de cobre máximo | 0 |
| Restrição de cobre mínimo | 0 |
| Restrição de zinco máximo | 0 |
| Restrição de zinco mínimo | 0 |
| Restrição de piridoxina mínimo | 0 |
| Restrição de vit C mínimo | 6,51E-05 |
| Restrição de gorduras saturadas máximo | 0 |
| Restrição de ingestão de cereais e derivados mínimo | 0,102678 |
| Restrição de ingestão de cereais e derivados máximo | 0 |
| Restrição de ingestão de verduras e derivados máximo | 0 |
| Restrição de ingestão de verduras e derivados mínimo | 0 |
| Restrição de ingestão de frutas e derivados mínimo | 0,036272 |
| Restrição de ingestão de frutas e derivados máximo | 0 |
| Restrição de ingestão de carnes e peixes mínimo | 27,27079 |
| Restrição de ingestão de carnes e peixes máximo | 0 |
| Restrição de ingestão de leite e derivados máximo | 0 |
| Restrição de ingestão de leite e derivados mínimo | 1,845966 |

| | |
|---------------------------------------|----------|
| Restrição de ingestão de grãos máximo | 0 |
| Restrição de ingestão de grãos mínimo | 0,085209 |

Na tabela acima (tabela 6.6.3.1) estão representadas cada restrição usada para o modelo 1 e seu respectivo preço sombra calculado baseado na solução ótima deste.

Foram testados alguns alimentos passíveis de entrar na solução ótima, estes foram escolhidos aleatoriamente e podem ser vistos na tabela 6.6.3.2:

6.6.3.2 - Testando se novo alimento entra na solução

| Alimento | C_{nova}^T | $C_b^T \cdot B^{-1} \cdot A_{nova}$ | $C_{nova}^T - C_b^T \cdot B^{-1} \cdot A_{nova}$ |
|-------------------------|--------------|-------------------------------------|--|
| Polenta | 0,1916 | 0,0890 | 0,1025 |
| Milho verde | 0,2296 | 0,1278 | 0,1018 |
| Milho verde em conserva | 0,4980 | 0,1177 | 0,3802 |
| Canjica | 0,8434 | 0,1037 | 0,7396 |
| Cará | 0,0752 | 0,0001 | 0,0750 |
| Inhame | 0,1103 | 0,0001 | 0,1101 |
| Abobrinha italiana | 0,1062 | 0,0296 | 0,0765 |
| Abobrinha Paulista | 0,074 | 0,0157 | 0,0583 |
| Nabo | 0,1 | 0,0342 | 0,0657 |
| Manga Palmer | 0,1092 | 0,0461 | 0,0630 |
| Manga Haden | 0,12 | 0,0424 | 0,0775 |
| Manga Tommy Atkins | 0,152 | 0,0402 | 0,1117 |
| Curimatá | 26,5653 | 27,2844 | -0,7191 |
| Tucunaré | 12,6872 | 27,3072 | -14,62 |

Na tabela 6.6.3.2, mostrada acima, verifica-se que os alimentos Curimatá e Tucunaré (ambos são peixes) são passíveis de entrar na solução, já que possuem valores negativos na última coluna, e obter-se um resultado ainda melhor.

Estes resultados são devido à que ambos os alimentos possuem quantidades consideráveis de magnésio, possuem preços muito baixos (0,690 R\$/g para o

Curimatá e 0,590 R\$/g para o Tucunaré o que os torna alimentos com bom custo-benefício), além de serem alimentos do grupo carnes e peixes, as restrições relativas a ao consumo de magnésio e consumo de alimentos do grupo carnes e peixes possuem preço sombra alto (como pode ser visto na tabela 6.6.3.1) o que os torna alimentos desejáveis para a inclusão na solução.

7. Conclusão

Esta dissertação apresentou uma ferramenta que permite a elaboração de uma dieta humana voltada para pacientes com ICC através da programação multiobjetivo. Analisando os resultados obtidos, ficou evidente a relação existente entre o tratamento da palatabilidade (logo a redução do espaço de soluções viáveis), implicando no aumento do custo da dieta porém obtendo-se um cardápio mais atrativo.

Além dos fatores nutricionais existe, no entanto, para o ser humano, a questão do paladar, questão esta de formulação bem mais complicada. A questão da palatabilidade foi abordada durante toda a dissertação, tendo o modelo como um dos objetivos principais a geração de um cardápio de fácil aceitação pelo usuário, um cardápio que esteja voltado aos hábitos alimentares e a cultura do povo brasileiro.

Outra questão presente não comumente abordada é o engajamento de uma pessoa para a mudança do seu hábito alimentar, trazer uma ferramenta que possibilite um maior entendimento a um paciente do seu problema e ao mesmo tempo torná-lo um agente participante no seu próprio tratamento é algo imprescindível para qualquer tipo de tratamento e embora pareça óbvio é uma questão esquecida pela saúde pública tanto pela falta de recursos ou pela falta de idéias ou motivação.

Em geral, os portadores de problemas cardíacos sofrem modificação em seu padrão de vida normal, em virtude da incapacidade para executar determinadas tarefas cotidianas, decorrente dos sinais e sintomas da IC.

O impacto e a interferência negativa da IC na vida das pessoas são importantes, sendo assim, é de extrema importância que o alvo da dieta entenda o porquê das modificações da sua rotina alimentar, pois apenas desta maneira ele irá segui-la, tornando-a eficiente.

Os fatos reais mostram, no entanto, que essas idéias não podem ser tomadas ao pé da letra. Basta verificar a difusão das cadeias de *fast food* e a popularidade de doces e frituras. Analisar o porque dessa situação vai além do escopo deste trabalho.

Atualmente há uma difusão das cadeias de *fast food* com uma publicidade enorme entorno delas, associando seu nome à diversas campanhas publicitárias, patrocinando diversos eventos e tendo suas marcas sempre expostas na mídia, o filme “*Super Size Me*” de 2004, chamado de “A dieta do palhaço” no Brasil, é uma clara demonstração dessas idéias.

No entanto existem medidas que estão sendo tomadas contra esse “padrão” difundido atualmente pela mídia como o quee já é feito nas escolas, em aulas de biologia ou ciências, campanhas de saúde pública veiculadas através da mídia ou feitas em hospitais, postos de saúde ou através de agentes de saúde. Além disso, a obrigação da embalagem do produto conter dados esclarecendo o valor nutricional do alimento representa um passo importante neste sentido. Além disso estudos como o presente, em que recebem destaque aspectos nutricionais da alimentação, significam uma contribuição dentro deste mesmo espírito.

A estes fatores, de natureza nutricional e de gosto pessoal, o modelo aqui apresentado agrega um elemento adicional, representando o lado econômico da questão. Podem existir contradições entre o lado econômico e o lado nutricional, ou seja, dito de uma maneira simples, que um alimento considerado “bom” pode ser caro ou um alimento considerado “ruim” pode ser barato.

Evidentemente, na definição dos requisitos nutricionais dos modelos houve a participação de nutricionistas e médicos cardiologistas de forma ativa através dos dados, tabelas utilizadas, sugestões na bibliografia à ser consultada e na elaboração dos mapas conceituais realizados em toda a dissertação

Nesta dissertação, além disso, foram consultadas opiniões de nutricionistas e médicos com respeito a questões como palatabilidade, definição das porções dos alimentos, etc. Uma interação entre nutricionista, médico, paciente seria o ideal, com as três partes participando do processo decisório, dessa forma o paciente teria uma solução voltada para seu gosto pessoal e com as restrições necessárias para sua cardiopatia.

A situação ideal seria que o software fosse inicialmente operado diretamente pelo nutricionista ou pelo médico, ficando o especialista de Pesquisa Operacional por conta de alguma dúvida ou esclarecimento técnico passando gradativamente o conhecimento ao usuário que depois do aprendizado seria capaz de operar a ferramenta por conta própria.

Outra utilidade deste software proposto seria na parte didática no ensino de cursos de Pesquisa Operacional já que o tema desta dissertação trata de um problema próximo à realidade de grande parte das pessoas e pode servir de estímulo aos estudantes no aprendizado das técnicas da Pesquisa Operacional. A ferramenta possibilita uma interação do usuário na definição de parâmetros, introdução ou exclusão de restrições, alteração nas funções objetivo e comparação nos resultados obtidos fazendo com que os estudantes enriqueçam seu conhecimento teórico através de uma visão aplicada da programação matemática.

8. Bibliografia

- ACKERMANN, F.; EDEN, C. SODA – “Journey Making and Mapping in Practice”, in Rosenhead, J. and Mingers, J. (ed.), *Rational Analysis in a Problematic World Revisited*. London: Wiley. pp.43-61. (2001).
- ACKOFF, R.L. “Resurrecting the Future of Operational Research”. *Journal of Operational Research Society*, v.30, n°3, pp. 189-199, 1979.
- Agricultural Research Service. *The Thrifty Food Plan*, U.S. Department of Agriculture, Hyattsville, Maryland, (1975).
- ALBANESI, F. “Insuficiência cardíaca no Brasil”. *Arq. Bras. Cardiol.*, São Paulo, v. 71, n. 4, Oct. 1998 . and ideas. *J. Appl. Sys. Ana*, 11, 79-84.
- ANDERSON, A.M.; EARLE, M.D. “Diet planning in the third world by linear and goal programming”. *Journal of the Operational Research Society*, 34(1), 9-16, 1983.
- AQUILANI, R.; OPASICH, C.; VERRI, M.; *et al.* “Is nutritional intake adequate in chronic heart failure patients”. *J Am Coll Cardiol*. (2003).
- ARCHELA, S.R.; GRATÃO, H.B. “O lugar dos mapas mentais na representação do lugar”. *Revista Eletrônica – V.13, n.1, (jan-jun e 2004)*. Londrina.
- ÁREAS, D.B. *Métodos de Estruturação de Problemas e a extensão universitária*. Tese de Doutorado. Universidade Federal do Rio de Janeiro, Programa de Engenharia de Produção. Rio de Janeiro, 2011.
- ARROYO, J.E.C. *Heurísticas e Metaheurísticas para otimização combinatória multiobjetivo*. Tese de Doutorado. Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Engenharia Elétrica e de Computação. Campinas, São Paulo, 2002.
- BANA E COSTA, C.A. “Processo de Apoio à Decisão: Problemáticas, Atores e Ações”. *Escola de Novos Empreendedores*, UFSC, Florianópolis, Agosto, 1993.
- BALINTFY, J.L. “A mathematical programming system for food management applications”. *Interfaces*, 6, 13-31, 1975.
- BARABBA, V. “The Role of Models in Managerial Decision-Making – Never Say the Model Says”. In: Wallace, W. *Ethics in Modeling*, New York: Pergamon Press, 1994
- BARRETTO, A.C.P.; RAMIRES, J.A.F. “Insuficiência cardíaca”. *Arq. Bras. Cardiol*, São Paulo, v. 71, n. 4, Oct. 1998.
- BERTALANFFY, L. *Teoria Geral dos Sistemas*. Petrópolis, Vozes, 311p, 1973.
- BOCCHI, E.A. “Situação atual das indicações e resultados do tratamento cirúrgico da insuficiência cardíaca”. *Arq Bras Cardiol* 1994; 63: 523-30.

BRIEND, A.; FERGUSON, E.; DARMON, N. “Local food price analysis by linear programming: A new approach to assess the economic value of fortified food supplements”. *Food and Nutrition Bulletin*, vol. 22, n. 2, 2001.

BRUG, J. “Dutch research into the development and impact of computer tailored nutrition education”. *European Journal of Clinical Nutrition* (1999).

BUENO, A.F.; OLIVEIRA, M.C. “Goal Programming (Programação Multiobjetiva)”. In: Corrar, L.J.; Theóphilo, C.R. *Pesquisa Operacional para Decisão em Contabilidade e Administração*. 1ªed. São Paulo: cap.8. Atlas, 2004.

BUZAN, T.; BUZAN, B. “*The Mind Map Book: How to Use Radiant Thinking to Maximize*” 1996.

CADENAS, J.M.; PELTA, D.A.; PELTA, H.R.; *et al.* “Application of fuzzy optimization to diet problems in Argentinean farms”. *European Journal of Operational Research*, vol. 158,p. 218–228, 2004.

CASTI, J.L. *Complexification: Explaining a Paradoxical World Through the Science of Surprise*, London, Abacus (1994).

CHAPLIN, J. P. *Dictionary of Psychology*. New York, 1985. Dell.

CHECKLAND, P. “O.R. and the Systems Movement: Mappings and Conflicts”. *Journal of the Operational Research Society* 34(8): 661-675 (1983).

CHECKLAND, P. “Soft Systems Methodology: A Thirty-Year Retrospective”. *Systems Research and Behavioral Science* 17: S11-S58 (1999).

CHECKLAND, P. “From Optimizing to Learning: A Development of Systems Thinking for the 1990s”. *Journal Operational Research Society*. v. 36, n. 9, p. 757 – 767, 1985.

CHEMIN, S.M.; MURA, J.P. *Tratado de Alimentação, Nutrição & Dietoterapia*. Ed Roca, 2009.

CLUTTERBUCK, J. “Is Complementary Strategy the Way Forward?” Key Note Address at the *OA Techniques for the Future Workshop* 31 January 2001 (DERA and UK Operational Research Society) (2001).

COHON, J.L. *Multiobjective Programming and Planning*. Dover Publications, 2004.

COLAVITA, C.; D’ORSI, R. “Linear programming and pediatric dietetics”. *British Journal of Nutrition*, vol. 64, p.307–217, 1990.

- COLLINS, R.; PEPO, R.; MACMAHON, S. “Blood Pressure, stroke, and coronary heart disease. Part 2, short-term reductions in blood pressure: overview of randomized drug trials in their epidemiological context”. *Lancet* 1990; 335: 827-38.
- CONTENTO, I.; BALCH, G.I.; BRONNER, Y.L.; *et al.* “The effectiveness of nutrition education and implications for nutrition education policy, programs, and research: A review of research”. *J. Nutr. Educ.* (1995).
- COSSETTE, P.; AUDET, M. “Mapping of an Idiosyncratic Schema”. *Journal of Management Studies*. 1992. v. 29, n. 3, pp. 325-348.
- CROPPER, S.; FORTE, P. “Enhancing Health Services Management”. *Open University Press*, 1997.
- CURO R.S.G.; BELDERRAIN, M.C.N. “Uma aplicação de soft systems methodology para estruturar o problema da produção científica de um curso de ensino superior”. *XVIII SIMPÓSIO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO Gestão de projetos e Engenharia de produção*. Bauru, SP, Brasil, 08 a 10 de novembro de 2010.
- CZYZYK, J.; WISNIEWSKI, T.; WRIGHT, S.J. “Optimization Case Studies” in NEOS Guide. *SIAM Review*, 41(1), 148-163, 1999.
- DA COSTA, F.P. *Aplicação de técnicas de otimização a problemas de planejamento operacional de lavra em minas de céu aberto*. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de Ouro Preto, Departamento de Engenharia de Minas. Ouro Preto, Minas Gerais. Fev 2005.
- DANTZIG, G.B. *The Diet Problem*. *Interfaces*, 20(4), 43-47, 1990.
- DAVIS, B. *Physical Education and the Study of Sport*. UK: Harcourt Publishers Ltd (2000).
- DEB, K. *Multi-Objective Optimization using Evolutionary Algorithms*. John Wiley & Sons, Inglaterra, 2001.
- DETOMBE, D.J. “Complex Societal Problems in Operational Research”. Feature Issue: O.R. for a United Europe *European Journal of Operation Research*; Vol. 140-2, July 16, 2002, Elsevier, North-Holland, Amsterdam.
- Diretrizes da Sociedade Brasileira de Cardiologia para o diagnóstico e tratamento da insuficiência cardíaca. *Arq Bras Cardiol.* (2002).
- EDEN, C. “Cognitive mapping”. *European Journal of Operational Research*, n.36, 1998.
- EDEN, C.; ACKERMANN, F. *Making Strategy*. London, 1998. Sage publications Ltd.

- EDEN, C.; JONES, S.; SIMPSON, D. *Messing about problems*. Oxford, 1983. Pergamon.
- EDEN, C.; JONES, S.; SIMPSON, D. *Thinking in organizations*. Redwood Burn 1979.
- EDEN, C.; SIMPSON, D. “SODA and cognitive mapping in practice”. In: ROSENHEAD, J. *Rational analysis for a problematic world*. London: Wiley, 1989. p. 43-70.
- ENSSLIM, S.R.; ENSSLIM, L.; DUTRA, A.; *et al.* “Visão hard ou visão soft da pesquisa operacional? Reflexão sobre posturas e procedimentos”. *XII SIMPEP* Bauru,SP, Brasil (2005). .
- ERKUT, E. “Big Mac Attack Revisited”. *OR/MS Today*, 21(3), 50-52, 1994.
- ESTEVES. A. E. *Windiet- sistema de apoio à decisão para avaliação do estado nutricional e prescrição de dietas*. Dissertação de mestrado. Universidade de Viçosa departamento de Nutrição. Viçosa, Minas Gerais.
- FAORO, D. *Modelo de Programação Multiobjetivo de um sistema de produção leiteira considerando objetivos de sustentabilidade*. Dissertação de mestrado. Universidade Federal de Itajubá. Itajubá, Minas Gerais 2009.
- FEIN, F.; SCHEUER, J. *Heart disease in diabetes mellitus: theory and practice*. In: Rifkin.(2010).
- FERREIRA, D.D.M.; SILVA, A.R.; REBELLO, T.C.S.; SANTOS, N. “Soft Systems Methodology (SSM) no contexto da educação tecnológica: contribuições aos processos de Gestão do Conhecimento (GC)”. In: *IV Congresso Nacional de Excelência em Gestão*, Niterói, 2008
- FISBERG, R. M. *Inquéritos Alimentares: métodos e bases científicas*. Barueri, SP Ed. Manole, 2005.
- FISHER, K. M. “Semantic networking: The new kid on the block”. *Journal of Research in Science Teaching*, 27 (10), 1001-1018 (1990).
- FREITAS, J.S.; COTA, M.B.G. J.; CHENG, L.C.O. “Soft Systems Thinking e a Soft Systems Methodology”. In: *4º Congresso Brasileiro de Sistemas, A - Teorias, conceitos e metodologias sistêmicas*. Franca. Anais do 4º Congresso Brasileiro de Sistemas, Franca – São Paulo, 2008
- FRIEND, J.K.; HICKLING, A. *Planning Under Pressure: The Strategic Choice Approach*. Butterworth-Heinemann, Oxford, UK (2005).

GEDRICH, K.; HENSEL, A.; BINDER, I. “How optimal are computer-calculated optimal diets?” *European Journal of Clinical Nutrition*, vol. 53, p. 309–318, 1999.

GIANNETTI, E. “Auto-Engano”. Ed. Companhia das Letras, 1997.

GOULD, A.L.; ROSSOUW, J.E.; SANTANELLO, N.C.; HEYSE, J.F.; FURBERG, E.D. “Cholesterol reduction yields clinical benefit: impact of statin trials”. *Circulation* 1998; 97: 946-52.

GRAZIANO, T.A. “Cardiovascular Disease in the Developing World and Its Cost Effective Management”. *American Heart Association*; 2005.

GUIRRO, A.; SILVA, H. *Visão sistêmica de empresas geradas em incubadoras de base tecnológica: estudo comparativo entre empresas incubadas e graduadas*. Ribeirão Preto: Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade de Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo, 2002.

HAYER, R. *Understanding Soft Operations Research: The methods, their application and its future in the Defence setting*. In: Australian Government – Department of Defense (Defense science and technology organization).

HE, J.; VUPPUTRI, S.; ALLEN, K. “Passive smoking and the risk of coronary heart disease a meta-analysis of epidemiologic studies”. *N Engl J Med* 1999; 340: 920-6.

HEATH, A.L.; SKEAFF, C.M.; GIBSON, R.S. “The relative validity of a computerized food frequency questionnaire for estimating intake of dietary iron and its absorption modifiers”. *Eur J Clin Nutr*. 2000;54:592-599.

HISSCHEMÖLLER, M.; HOPPE, R. “Coping with intractable controversies: The case for problem structuring in policy design and analysis”. In M.Hisschemöller, R. Hoppe, W.N. Dunn, & J.R. Ravetz (Eds.), *Knowledge, power and participation in environmental policy analysis* (pp. 47-72), 2010. New Brunswick and London: Transaction Publishers.

HOFFMAN, R.R. *Working Minds: A Practitioner's Guide to Cognitive Task Analysis*. Bradford Books, (2006).

JARDIM, S.B. “Mapas cognitivos: um caminho para construir estratégias”. *Análise*, v. 12, n. 2, p. 89-119, 2001.

JARDIM, S.B. *Aplicabilidade de algumas técnicas de análise multiobjetivo ao contexto decisório dos comitês de bacia hidrográfica*. Porto Alegre, 1999. Dissertação (mestrado) Instituto de Pesquisas Hidráulicas/Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

JEE, S.H.; SUH, I.; KIM, I.S.; APPEL, L.J. “Smoking and atherosclerotic cardiovascular disease in men with low levels of serum cholesterol”: the *Korea Medical Insurance Corporation Study*. *JAMA* 1999; 282: 2149-55.

JUSTUS, C.C.; SPAK, M.D.; COLMENERO, J.C. “Planejamento de dietas para restaurantes universitários utilizando programação linear inteira e programação por metas”. *Congresso Internacional de Administração*, Setembro de 2012.

KELLY, G.A. *The psychology of personal constructs: a theory of personality*. New York: Norton, 1955.

KRUIJFF, J. “Problem structuring in interactive decision-making processes; How interaction, problem perceptions and knowledge contribute to a joint formulation of a problem and solutions”. *TNO Built Environment and Geosciences*, 2007. Disponível em: <<http://repository.tudelft.nl/view/ir/uuid:0a22c3c7-9f2a-47b0-8d63b6201f9e2361>> acesso em 25 set. 2011.

LANCASTER, L.M. “The history of the application of mathematical programming to menu planning”. *European Journal of Operational Research*, vol. 52, p. 339–347, 1992.

LATADO, A.L.; PASSOS, L.C.S.; BRAGA, J.C.V.; *et al.* “Preditores de Letalidade Hospitalar em Pacientes com Insuficiência Cardíaca Avançada”. *Arquivos Brasileiros de Cardiologia* – Volume 87, Nº 2, (Agosto 2006) 185-192.

LEEDER, S.; RAYMOND, S.; GREENBERG, H.; LIU, H.; ESSON, K. *A Race Against Time: The Challenge of Cardiovascular Disease in Developing Countries*. New York, NY: Trustees of Columbia University; 2004.

LINS, M.P.E. *Apostila do curso de Métodos de estruturação de problemas*. UFRJ/COPPE-PEP, 2011.

LINS, M.P.E.; CALÔBA, G.M. *Programação Linear com Aplicação em Teoria dos Jogos e Avaliação de Desempenho*. Ed. Interciência, 1ª Ed (2006).

LITTLE, J.D.C. *On Model Building*. Massachusetts Institute of Technology, Cambridge, MA Alfred P. Sloan School of Management, W.P. #3556-93.

LORGERIL, M.; SALE, P.; DEFAYE, P. “Importance of nutrition in chronic heart failure patients”. *Eur Heart J.* (2005).

MADY, CHARLES. “Situação atual do tratamento da insuficiência cardíaca no Brasil”. *Arq. Bras. Cardiol.* vol.89 no.4 São Paulo (Oct. 2007);

MATHERS, C.D.; LOPEZ, A.; STEIN, C.; RAO, C.; *et al.* “Deaths and Disease Burden by Cause: Global Burden of Disease Estimates for 2001 by World Bank Country Groups”. Working Paper 18. Bethesda, Md: *Disease Control Priorities Project*, (2001).

MCMURRAY, J.J.V.; STEWART, S. “The burden of heart failure”. *Eur Heart J.* 2002;4 (Suppl D):50-8.

MENDES, F.L. “Avaliação ergonômica de restaurantes. In: congresso latino americano de ergonomia, e congresso brasileiro de ergonomia”. Florianópolis. *Anais. Florianópolis: Associação brasileira de ergonomia e fundacentro*, 1997. P. 316-321

MENESTREL, M.L.; VAN WASSENHOVE, L. “Ethics outside, within, or beyond OR models?”. *European Journal of Operational Research* Volume 153, Issue 2, 1 March 2004, Pages 477-484.

MENEZES, W.E.; GIUNTINI, B.E.; LAJOLO, M.F. “A questão da variabilidade e qualidade de dados de composição de alimentos”. *Nutrire: Rev. Soc. Bras. Alim. Nutr.* São Paulo. SP. Vol 26, p 63-76, dez; 2003.

MINGERS, J. “Technical, practical and critical OR – Past present and future?” In: *Critical Management Studies* [edited by Alvansson, M. and Willmont, H.], Sage, London, (1992).

MINGERS, J.; ROSENHEAD, J. “Problem structuring methods in action”. *European Journal of Operational Research*, v. 152, p. 530-554, 2004.

MONTIBELLER, G.N. *Mapas Cognitivos: Uma Ferramenta de Apoio à Estruturação de Problemas*, Dissertação (mestrado), Santa Catarina, 1996. Universidade Federal de Santa Catarina, Brasil.

MOREIRA, M.A. “Concept maps as tools for teaching”. *Journal of College Science Teaching*, Washington, 8 (5), p. 283-86, 1979.

MUNFORD, A.G. “The use of iterative linear programming in practical applications of animal diet formulation”. *Mathematics and Computers in Simulation*, vol. 42, p. 255–261, 1996.

MUNRO, I.; MINGERS, J. “The use of multimethodology in practice . results of a survey of practitioners”. *Journal of the Operational Research Society* 53: 369 378, (2002).

NAMEN, A.A.; BORNSTEIN, C.T. “Uma ferramenta para avaliação de resultados de diversos modelos de otimização de dietas”. *Pesquisa Operacional*, vol. 24, n. 3, p. 445–465, set./dez. 2004.

NEBEL, I.T.; BLUHER, M.; STARCKE, U.; MULLER, U.A.; HAAK, T.; PASCHKE, R. "Evaluation of a computer based interactive diabetes education program designed to train the estimation of the energy or carbohydrate contents of foods". *Patient Educ Couns.* 2002;46:55-59.

NOLET, B.A.; VAN DER VEER, P.J.; EVERS, E.G.J.; OTTENHEIM, M.M. "A linear programming model of diet choice of free-living beavers". *Netherlands Journal of Zoology*, vol. 45, p. 315–337, 1995.

NOVAK, J.D.; MINTZES, J.; WANDERSEE, J. "Learning, Teaching, and Assessment: A Human Constructivist Perspective" in *Assessing Science Understanding: A Human Constructivist View*; Eds.; Academic Press, California, (2000).

O'DONNELL, A. *Searching for information in knowledge maps and texts*. Contemporary Ed. Psychol., 18, 222, (1993).

OCKENE, I.S.; MILLER, N.H. "Cigarette smoking, cardiovascular disease, and stroke". A statement for healthcare professionals from the American Heart Association. *Circulation* 1997; 96: 3243-7.

OLIVEIRA, L.S. *Uma contribuição ao estudo dos métodos de otimização multi-objetivo*. Dissertação, Universidade Federal de Uberlândia, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Mecânica. 2005.

OLIVEIRA, R.B.; GUAGLIANONI, D.G.; DEMONTE, A. "Perfil do usuário, composição e adequação nutricional do cardápio oferecido em um restaurante universitário". *Revista Alimentos e Nutrição*, vol. 16, n. 4, p. 397–401, 2005.

PADOVANI, R.M.; AMAYA-FARFAN, J.; COLUGNATI, F.; DOMENE, S.M.A. "Dietary reference intakes: aplicabilidade das tabelas em estudos nutricionais". *Rev. Nutr.*, Campinas, 19(6):741-760, (nov./dez., 2006).

PAFFEENBERGER, J.R.S.; HYDE, R.T.; WING, A.L.; LEE, I.M.; JUNG, D.L.; KAMPERT, J.B. "The association of changes in physical-activity level and other lifestyle characteristics with mortality among men". *N Engl J Med* 1993; 328: 538-45.

PAPPA, G.L. "Seleção de Atributos utilizando Algoritmos Genéticos Multiobjetivos". Curitiba, 2002.

PERDOMO, M.P.B. "Dieta y enfermedad coronária". *Rev Fac Med Univ Nac Colombia* (2005).

PESTANA, J.A.; STEYN, K.; LEIMAN, A.; HARTZENBERG, G.M. "The direct and indirect costs of cardiovascular disease in South Africa in 1991". *S Afr Med J.* 1996.

- PIDD, M. *Tools for Thinking*. London: Wiley, 1996.
- PIDD, M. *Modelagem Empresarial: ferramentas para tomada de decisão*. Porto Alegre: Bookman, 1998.
- PIRES, C.A.; SHAROVSKY, L.L.; ROMANO, B.W. “Coronariopatas e valvopatas: impacto emocional da cirurgia cardíaca. Estudo comparativo”. *Rev Soc Cardiol Estado de São Paulo*. (1994); 4(5 Suppl A):1-7.
- PORT, H.D. *Diabetes Mellitus*. New York: Elsever, 1990: 812-23.
- POWELL, K.E.; THOMPSON, P.D.; CASPERSEN, C.J.; KENDRICK, J.S. “Physical activity and the incidence of coronary heart disease”. *Annu Rev Public Health* 1987; 8: 253-87.
- PROBST, Y.C; TAPSELL, L.C. “Overview of Computerized Dietary Assessment Programs for Research and Practice in Nutrition Education”. *Journal of Nutrition Education and Behavior* Volume 37 Number 1, 2005.
- RIBEIRO, J. “Valor nutritivo de refeições coletivas: Tabelas de composição de alimentos versus análises em laboratório”. *Rev. Saúde Pública*, 29 (2), 1995.
- RIEG, D. L.; ARAUJO, T. “Mapas cognitivos como ferramenta de estruturação e resolução de problemas: o caso da pró-reitoria de extensão da UFSCar”. *Gest. Prod.*, São Carlos, v. 10, n. 2, Aug. 2003.
- RIEG, D.L.; ANDREATO, A.C. “Mapas cognitivos como ferramenta de estruturação e compreensão de situações problemáticas: estudo de caso em uma escola municipal de ensino fundamental de Araras-SP”. In: *XII SIMPEP* - Bauru, SP, Brasil, 06 a 08 de Novembro de 2006.
- RITCHIE, M.E. “Individual variation in the ability of Columbian ground squirrels to select an optimal diet”. *Evolutionary Ecology*, vol. 2, p. 232–252, 1998.
- RODGERS, A.; VAUGHAN, P. “World Health Report 2002: Reducing Risks, Promoting Healthy Life”. Geneva, Switzerland: *World Health Organization*; 2002.
- RODRÍGUEZ, M.C. “Usos e aplicaciones de programas informáticos em nutrición y dietetic”. *Nut. Clin*, 14: 29-36, 1994.
- ROSENHEAD, J. *Debating Systems Methodology: Conflicting ideas about conflict* (1984).
- ROSENHEAD, J. “What’s the problem? An introduction to problem structuring methods”. *Interfaces*, 126(6), 117-131 (1996).

ROSENHEAD, J. *Rational Analysis for a Problematic World*, John Wiley & Sons, Ltd., Chichester, 1989.

ROSENHEAD, J. “Planning under uncertainty 2: A methodology for robustness analysis”. *Journal of the Operational Research Society* 31(4): 331-341 (1980).

ROSSI NETO, J. “The dimension of the problem of heart failure in Brazil and in the world”. *Rev. Soc. Cardiol. Estado de São Paulo*; 14(1):1-10, (jan.-fev. 2004).

SAHADE, V.; MONTERA, V.S.P. “Tratamento nutricional em pacientes com insuficiência cardíaca”. *Rev. Nutr.*, Campinas, 22(3):399-408,(maio/jun., 2009).

SAUNDERS. C. “Utilização de tabelas de composição de alimentos na avaliação do risco de hipovitaminose”. *Archivos Latino Americano de Nutricion*. Vol 50. n° 3, 2000.

SHARPE, N.; DOUGHTY, R. “Epidemiology of heart failure and ventricular dysfunction”. *Lancet*. (1998); 352: (Suppl)I:3-7.

SHIMODA, M.; SUGAYAMA, S.; KIM, C.; EBAID, M. “Orientação Familiar preventiva: aspectos genéticos das doenças cardiovasculares e perspectivas futuras”. *Rev Soc Cardiol Estado de São Paulo* 1996; 6: 623-22.

SILVA, A.F. *Modelagem do planejamento agregado de uma usina sucroalcooleira*. Dissertação de mestrado. Universidade Federal de Itajubá – UFNIFEI. Itajubá, Minas Gerais. Junho de 2009.

SKLAN, D.; DARIEL, I. “Diet planning for humans using the mixed-integer linear programming”. *British Journal of Nutrition*, vol. 70, p. 27–35, 1993.

SMITH, V.E. *Electronic Computation of Human Diets*. Michigan State University, Lansing, Michigan, (1963).

SOARES, D.A.; TOLEDO, J.A.S.; SANTOS, L.F.; LIMA, R.M.B.; GALDEANO, L.E. “Qualidade de vida de portadores de insuficiência cardíaca”. *Acta Paulista de Enfermagem*. 2008.

SOWA, J.F. *Conceptual Structures: Information Processing in Mind and Machine*. Reading, MA: Addison-Wesley (1984).

STEENLAND, K.; THUN, M.; LALLY, C. “Environmental tobacco smoke and coronary heart disease in the American Cancer Society CPS-II cohort”. *Circulation* 1996; 94: 622-8.

STEWART, A.L.; GREENFIELD, S.; HAYS, R.D. “Functional status and well-being of patients with chronic conditions: results from the medical outcomes study”. *J Am Med Assoc* 1989; 262: 907-12.

“The six report of the Joint National Committee on prevention, detection, evaluation, and treatment of high blood pressure”. *Arch Intern Med* 1997; 157: 2413-46.

STIGLER, G. “The Cost of Subsistence”. *Journal of Farm Economics*, 25, 303-314, (1945).

STRECHER, V.J.; KREUTER, M.; DEN BOER, D.J.; KOBRIN, S.; HOSPERS, H.J.; SKINNER, C.S. “The effects of computer-tailored smoking cessation messages in family practice settings”. *J. Fam. Practice* 39, 262 ± 270 (1994).

ULICNY, K.S.; HIRATZKA, L.F. “Nutrition and the cardiac surgical patient”. *American College of Chest Physicians* (1992).

VEKIRI, I. *What Is the Value of Graphical Displays in Learning?* Ed. Psychol. Rev., 14, 261, (2002).

VELICER, W.F.; PROCHASKA, J.O.; BELLIS, J.M.; DICLEMENTE, C.C.; ROSSI, J.S.; FAVA, J.L.; STEIGER, J.H. “An expert system intervention for smoking cessation”. *Addic. Behav.* 18, 269 ± 290, (1993).

VELOSO, L.G.C. *Repercussão nutricional na miocardiopatia dilatada: estudo de indicadores do estado nutricional na insuficiência cardíaca em fase avançada*. Tese doutoramento. Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo. São Paulo, 1996.

VIDAL, R. “Soft OR Approaches”, *ENGEVISTA*, 7 (1), 4-20, (2005).

VIDAL, R. “Operational Research: a Multidisciplinary Field”, *Pesquisa Operacional*, 26 (1), 69-90, 2006.

VLECK, C. “What Constitutes 'A Good Decision'? A Panel Discussion among Ward Edwards, István Kiss, Giandomenico Majone and Masanao Toda”. *Acta Psychologica*, no 56, 1984, p. 5 -27.

WERNKE, R.; BORNIA, A.C. “A Contabilidade Gerencial e os Métodos multicriteriais”. *Revista de Contabilidade & Finanças*. v.14. n.º.25. pp 60-71, 2001.

WILKING, S.V.B.; BELANGER, A.J.; KANNEL, W.B.; D'AGOSTINHO, R.B.; STEEL, K. “Determinants of isolated systolic hypertension”. *JAMA* 1988; 260: 3451

YOLLES, M. “Exploring complex sociocultural situations through soft operational research”, *Pesqui. Oper.* vol.30 no.2 Rio de Janeiro May/Aug. 2010.

Sítios da internet

MACKENZIE, B. “Mets”. Disponível em <http://www.brianmac.co.uk/mets.htm>. Acessado em 15/10/2012

OLIVEIRA, N.A “Mapas mentais - uma forma de representar a compreensão e interpretação do lugar”. Disponível em www.monografias.com. Acessado em 05/03/2011.

Tabela TACO/UNICAMP. Disponível em. www.unicamp.com.br/nepa/taco/. Acessado em 10/10/2011.

VON EYE, G. “Fatores de risco para doenças cardíacas”. Disponível em: <http://www.abcdasaude.com.br>. Acessado em 20/06/2012

PFIZER, disponível em www.pfizer.com. Acessado em 20/08/2011