UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
FCF / FEA / FSP
Programa de Pós-graduação Interunidades
em Nutrição Humana Aplicada (PRONUT/USP)

**Concepção de uma ferramenta computacional para a geração de
planos alimentares personalizados, considerando preferências e
necessidades nutricionais**

Kristy Soraya Coelho

Tese apresentada para obtenção do título de Doutor

Orientadora: Prof^ª Dr^a Elizabete Wenzel de Menezes

São Paulo

2018

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
FCF / FEA / FSP
Programa de Pós-graduação Interunidades
em Nutrição Humana Aplicada (PRONUT/USP)

**Concepção de uma ferramenta computacional para a geração de
planos alimentares personalizados, considerando preferências e
necessidades nutricionais**

Kristy Soraya Coelho

Versão Simplificada

Tese apresentada ao Programa Pós-graduação
Interunidades em Nutrição Humana Aplicada
(PRONUT/USP), para obtenção do título de Doutor em
Ciências.

Orientadora: Prof^a Dr^a Elizabete Wenzel de Menezes

São Paulo

2018

RESUMO

COELHO, K. S. Concepção de uma ferramenta computacional para a geração de planos alimentares personalizados, considerando preferências e necessidades nutricionais. 2018. 63f. Tese (Doutorado) – Faculdade de Ciências Farmacêuticas da USP. Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade da USP. Faculdade de Saúde Pública da USP. Programa de Pós-graduação Interunidades em Nutrição Humana Aplicada. Universidade de São Paulo, São Paulo, 2018.

Ferramentas computacionais têm sido utilizadas na área de nutrição desde os anos de 1960 e buscam auxiliar o nutricionista no cálculo de nutrientes e no planejamento de cardápios, visando o apoio na tomada de decisão. Assim, a utilização da informática na execução dessas tarefas disponibiliza ao nutricionista tempo necessário para que desenvolva outras atividades específicas voltadas ao atendimento dos pacientes/clientes. Entre as ferramentas computacionais, destacam-se os sistemas especialistas (SE) que resolvem problemas de forma parecida com o especialista humano, sobre determinados campos do conhecimento. Nesse contexto, o objetivo deste trabalho foi conceber uma ferramenta computacional utilizando a base de dados de Avaliação de Ingestão de Nutrientes da Tabela Brasileira de Composição de Alimentos (TBCA BD-AIN) para gerar planos alimentares personalizados, considerando as preferências alimentares e necessidades nutricionais do paciente/cliente. Os passos para o desenvolvimento desse trabalho incluíram: (i) diferenciação entre as ferramentas computacionais disponíveis; (ii) caracterização da consulta em nutrição; (iii) definição do protocolo de atendimento clínico para a consulta em nutrição; (iv) adequação da TBCA BD-AIN a ser utilizada na ferramenta computacional; (v) definição das preferências; (vi) implementação da ferramenta computacional; (vii) avaliação dos resultados gerados pela ferramenta computacional. A ferramenta computacional desenvolvida, chamada Nutri – Soluções inteligentes em nutrição, uma *web application*, caracterizada como SE, utilizou a técnica de máquina de estados finito (MEF), para representar a *expertise* do nutricionista, na elaboração dos planos alimentares. Os planos alimentares gerados foram avaliados por nutricionistas (n=18) com experiência em atendimento clínico (10,83±7,02 anos). A avaliação de 105 planos alimentares diários (7 planos alimentares para 15 casos fictícios) apresentou adequação quanto às recomendações nutricionais e preferências propostas, além de selecionar alimentos/preparações dos diferentes grupos (conforme a refeição), e considerar características sensoriais, mostrando 89,2% de concordância para os itens avaliados. Dessa forma, a ferramenta proposta contribuirá com: (i) otimização do atendimento clínico, pois auxiliando na redução dos cálculos realizados, o nutricionista disponibilizará mais tempo da consulta em nutrição para atenção ao paciente/cliente; (ii) apoio à decisão, uma vez que os planos alimentares apresentarão maior probabilidade de estarem adequados quanto às recomendações nutricionais; (iii) adesão à prescrição dietética, pois os planos alimentares serão elaborados com base nas escolhas/preferências do paciente/cliente.

PALAVRAS-CHAVE: Ferramentas computacionais. Sistema especialista. Sistema baseado em conhecimento. Informática em nutrição. Planos alimentares personalizados. Preferências alimentares. TBCA.

ABSTRACT

COELHO, K. S. Conception of a computational tool for planning of personalized menus, considering preferences and nutrient requirements. 2018. 63p. Tesis (Doctorate) – Faculty of Pharmaceutical Sciences of USP. Faculty of Economics Business Administration and Accounting of USP. Faculty of Public Health of USP. Applied Human Nutrition Interunits Program. University of São Paulo, São Paulo, 2018.

Computational tools have been used in the area of nutrition since the 1960s and seek to assist the nutritionist in calculating nutrients and planning menus, aiming at support in decision making. Thus, the use of information technology in the execution of these tasks provides the nutritionist with the time needed to develop other specific activities aimed at patient/client care. Among the computational tools, stand out the expert systems (ES) that solve problems in a similar way with the human expert, on certain fields of knowledge. In this context, the objective of this work was to design a computational tool using the Nutrient Intake Assessment database of the Brazilian Food Composition Table (TBCA BD-AIN, acronym in Portuguese) to generate personalized menu, considering the food preferences and nutrient requirements of the patient/client. The steps for the development of this work included: (i) differentiation between the available computational tools; (ii) characterization of the nutrition consultation; (iii) definition of the protocol of clinical care for the consultation in nutrition; (iv) adequacy of TBCA BD-AIN to be used in the computational tool; (v) definition of preferences; (vi) implementation of the computational tool; (vii) evaluation of the results generated by the computational tool. The computational tool developed, called Nutri – Intelligent Solutions in Nutrition, a web application, characterized as ES, used the Finite State Machine (FSM) technique to represent the nutritionist's expertise in the elaboration of menu. The menu generated were evaluated by nutritionists (n= 18) with experience in clinical care (10.83±7.02 years). The evaluation of 105 daily menus (7 food plans for 15 fictitious cases) was adequate for the nutritional recommendations and preferences proposed, besides selecting foods/preparations of the different groups (according to the meal), besides considering sensorial characteristics, showing 89.7% agreement for the evaluated items. Thus, the proposed tool will contribute to: (i) optimization of clinical care, because by helping to reduce the calculations performed, the nutritionist will provide more consultation time in nutrition for patient/client care; (ii) decision support, since menu are more likely to be adequate for nutritional recommendations; (iii) adherence to the dietary prescription, since the menus will be elaborated based on the patient/client's choices/preferences.

KEYWORDS: Computational tools. Expert systems. Knowledge-based systems. Nutrition informatics. Personalized menu. Preferences. TBCA.

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ASBRAN – Associação Brasileira de Nutrição
Brasilfoods – Rede Brasileira de Dados de Composição de Alimentos
CA – Composição de alimentos
DCNT – Doenças crônicas não transmissíveis
DRI – *Dietary Recommended Intake*
ENDEF – Estudo Nacional de Despesa Familiar
FAO – *Food and Agriculture Organization of the United Nations*
FoRC – *Food Research Center*
IA – Inteligência artificial
IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
Infodis – *International Network of Food Data System*
MEF – Máquina de estados finito
NAF – Nível de atividade física
NEE – Necessidade energética estimada
PCN – Processo de Cuidado em Nutrição
POF – Pesquisa de Orçamento Familiar
RDA – *Recommended Dietary Allowance*
SAD – Sistema de apoio à decisão
SBC – Sistema baseado em conhecimento
SE – Sistema especialista
SI – Sistema de informação
TACO – Tabela Brasileira de Composição de Alimentos
TBCA – Tabela Brasileira de Composição de Alimentos
TBCA BD-AIN – Base de Dados de Avaliação de Ingestão de Nutrientes
TBCA BD-B – Base de Dados de Biodiversidade
TCAs – Tabelas de composição de alimentos
TI – Tecnologia da Informação
UAN – Unidade de Alimentação e Nutrição
USDA – *United States Departamento of Agriculture*
WHO – *World Health Organization*

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 –	Quatro passos que compõe o Processo de Cuidado em Nutrição (PCN).....	15
Figura 2 –	Representação conceitual de um sistema de Inteligência Artificial (IA).....	21
Figura 3 –	Relação entre sistemas de informação (SI), sistemas de apoio à decisão (SAD), sistemas baseados em conhecimento (SBC) e sistemas especialistas (SE).....	22
Figura 4 –	Arquitetura básica de um sistema especialista (SE).....	25
Figura 5 –	Exemplo de ontologia para a classe ALIMENTO.....	26
Figura 6 –	Primeira tabela de composição de alimentos (TCA) publicada.....	30
Figura 7 –	Primeira tabela de composição de alimentos (TCA) europeia publicada, similar ao modelo atual.....	31
Figura 8 –	Primeira tabela de composição de alimentos (TCA) americana publicada, similar ao modelo atual.....	33
Figura 9 –	Diagrama de transição de uma máquina de estados finito (MEF) para uma máquina de lavar roupas.....	43

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	8
1.1 Consulta em nutrição	13
1.1.1 Passo 1 – Avaliação do estado nutricional	14
1.1.2 Passo 2 – Diagnóstico de nutrição	15
1.1.3 Passo 3 – Intervenção de nutrição	16
1.1.4 Passo 4 – Acompanhamento de nutrição	17
1.2 Dado, informação, conhecimento e tecnologia da informação	19
1.3 Inteligência artificial (IA)	20
1.4 Sistema de apoio à decisão (SAD)	21
1.5 Sistemas especialistas (SE)	23
1.6 Ontologias	26
1.7 Ferramentas computacionais de apoio à nutrição clínica	27
1.8 Tabelas de composição de alimentos (TCAs)	29
1.8.1 Tabela Brasileira de Composição de Alimentos (TBCA)	36
1.9 Ferramentas computacionais utilizadas na elaboração de planos alimentares	37
1.10 Máquina de estados finito (MEF)	41
2. CONCLUSÕES	45
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	46
APÊNDICE A – Ferramentas computacionais utilizadas na elaboração de planos alimentares	57

1. INTRODUÇÃO

A história da ciência da nutrição tem início no final do século XVIII, quando o químico francês Lavoisier descobriu a relação entre o metabolismo dos alimentos no homem e o processo de respiração (Carpenter, 2003). Desde então, cientistas adquiriram uma grande quantidade de informação e conhecimento, sobre o papel da alimentação na manutenção da saúde, além da importância de uma nutrição adequada e equilibrada em todos os ciclos de vida (Seljak, 2010), considerando ou não, a presença de doenças.

Durante a Segunda Guerra Mundial, iniciou-se o desenvolvimento dos computadores digitais nos Estados Unidos e Europa, sendo que o uso de computadores para fins não-militares teve início a partir da metade da década de 1950. Nessa época também surge a Informática Médica, integrando assim os computadores à Medicina, além de ampliar o modelo interdisciplinar de tratamento — paciente/cliente sendo atendido por diferentes especialidades, em diferentes setores de um mesmo local ou diferentes instituições — propiciando a integração de forma informatizada por diferentes profissionais (Shortliffe; Cimino, 2006).

Informática Médica ou Informática em Saúde, segundo Shortliffe; Blois (2001), é um campo científico em amplo desenvolvimento que trabalha com o armazenamento, a recuperação e o uso de dados, informação e conhecimentos da área médica, voltados para a solução de problemas e para a tomada de decisão.

Considerando os avanços tecnológicos e desenvolvimento científico, o uso da informática é uma realidade nas diversas áreas da atividade humana, servindo como uma importante ferramenta nos processos de coleta, armazenamento e análise de informações de forma eficaz. Isso também tem sido uma realidade na área da saúde, bem como na área de nutrição (Hogge et al., 2006; Chen et al., 2012), sendo cada vez mais frequente o uso de ferramentas computacionais, que visam apoiar o profissional na tomada de decisão.

Hogge et al. (2006) define Informática em Nutrição como uma especialidade no campo da nutrição humana e dietética, que integra ciência, prática baseada em evidências, conhecimento em informática e *expertise* em sistemas de informação com o intuito de apoiar a saúde e o estado nutricional adequado.

Desde suas primeiras publicações, antes da incorporação das ferramentas computacionais na sua prática profissional, nutricionistas e profissionais que trabalham na área da saúde têm

usado tabelas de composição de alimentos (TCAs) para estimar nutrientes ingeridos pelo paciente/cliente (Bredbenner, 1988; Hoggie et al., 2006).

Os primeiros registros do uso de ferramentas computacionais na área de nutrição e dietética datam da década de 1960, sendo a Universidade de Tulane (Nova Orleans, Luisiana, Estados Unidos), em 1962, pioneira nessa investigação, sobre o uso dessas ferramentas em Unidades de Alimentação e Nutrição (UAN) (Youngwirth, 1983). Cerca de 400 referências foram citadas sobre a utilização de ferramentas computacionais em UAN, no período entre 1958 e 1983 (Fowler, 1986). Em sua grande maioria, os estudos relacionando nutrição e ferramentas computacionais objetivam questões relacionadas à redução de custos e desperdício de alimentos, além de tratar sobre a redundância dos dados nos serviços de nutrição (Fromm et al., 1980). Apesar da limitação de documentação, na maioria dos casos, essas ferramentas foram criações personalizadas ou planilhas específicas, para atender a demanda local (Hoover; Meylor, 1976; Seay, 1996).

Em 1990, com o surgimento do sistema operacional Microsoft Windows (Microsoft Corp, Redmond, WA), deu-se o início do desenvolvimento de ferramentas computacionais na área de nutrição mais específicas — considerando os conceitos de usabilidade e qualidade de uso, estando também focadas no usuário, além da tomada de decisão. Considerando a quantidade considerável de ferramentas computacionais e aplicativos disponíveis, atualmente empresas e desenvolvedores têm investido tanto na implementação quanto na atualização dessas, nas mais variadas áreas de atuação do nutricionista (Hoggie et al., 2006), com o intuito de auxiliar esse profissional na sua prática profissional.

Com o uso da informática e de ferramentas computacionais na prática profissional do nutricionista (Hoggie et al., 2006), a avaliação da ingestão de nutrientes, estimativa das recomendações nutricionais e a elaboração de planos alimentares passaram a serem feitas de forma mais dinâmica, pois essas ferramentas possuem tabelas de composição de alimentos (TCAs) integradas. Assim, a utilização dessas ferramentas na execução dessas tarefas é algo valioso (Stein, 2011; Doina; Laura, 2015), pois disponibiliza ao nutricionista tempo necessário para que desenvolva outras atividades de cunho profissional (Frank, 1986; Buzzard et al., 1991; Lee et al., 1995; Biesemeier; Chima, 1997), como por exemplo uma atividade privativa do nutricionista que é a educação nutricional (Brasil, 1991; CFN 380/2005; CFN 600/2018).

TCAs são consideradas elementos essenciais para a elaboração de diversas atividades, pois contêm informações sobre o conteúdo de nutrientes e de outros componentes de alimentos

de um país — in natura e/ou processados (Greenfield; Southgate, 2003). Essas informações, disponíveis em diferentes formatos — impressos ou versões eletrônicas — são obtidas a partir de análises químicas ou compiladas de dados publicados. Dados de composição de alimentos podem ser utilizados para a avaliação do consumo alimentar de indivíduos e populações, planejamento e avaliação da adequação de dietas, determinando a ingestão de energia e nutrientes e o estabelecimento da relação entre alimentação, saúde e doença (Pennington, 2008; EuroFIR, 2018), auxiliando de forma direta o nutricionista em suas diferentes atividades.

O processo de tomada de decisão, atividade essencial na área clínica, deve estar fundamentado na aquisição de conhecimento durante a formação acadêmica, na experiência profissional, além de estudos clínicos e diretrizes (*guidelines*) (Massad et al., 2004). Na teoria, a tomada de decisão envolve a concepção de uma lista de possíveis estratégias e/ou ações, determinando as consequências de cada decisão, selecionando assim a solução que seria mais apropriada para o contexto. Entretanto, o raciocínio médico raramente acontece desta forma, de maneira simplificada. Usualmente, a informação médica é: (i) imperfeita (anamnese incompleta; erro em medidas; informação errônea fornecida pelo paciente); (ii) subjetiva (sintomas que dependem da interpretação e relato do paciente, importante variabilidade para o mesmo achado em pacientes distintos; sinais que apresentam variabilidade de registro e interpretação devido ao observador); (iii) imprecisa (desvios em medidas; evolução temporal mal relatada); (iv) vaga ou inespecífica (sintomas psicossomáticos; sintomas com localização ou natureza mal definidas; sinais e sintomas comuns a muitas patologias distintas). Dessa forma, dificilmente a decisão será tomada com base em todo o conjunto de informações necessárias. Portanto, a tomada de decisão médica é de modo inerente tomada sobre incerteza e imprecisão. Assim, o objetivo do processo de raciocínio médico é a redução da incerteza na tomada de decisão (Degoulet; Fieschi, 1997; Medlock et al., 2016).

Segundo a Resolução nº 380/2005, do Conselho Federal de Nutricionista, a consulta em nutrição é “uma atividade realizada por nutricionista [...] para o levantamento de informações que possibilitem o diagnóstico nutricional e a prescrição dietética e orientação dos pacientes ou clientes de forma individualizada”. Considerando a definição apresentada, uma importante tarefa desenvolvida pelo nutricionista é a prescrição dietética, atividade privativa, que envolve o planejamento dietético e a orientação nutricional, elaborados a partir das diretrizes estabelecidas no diagnóstico nutricional. O plano alimentar é composto pela prescrição dietética individualizada, segundo as recomendações nutricionais e cardápios diários; este não deve

considerar apenas as necessidades nutricionais, mas também os hábitos e as escolhas alimentares. Dessa forma, para a elaboração do plano alimentar, o nutricionista terá a sua disposição um extenso volume informações, além da sua experiência profissional (percepção e intuição), ou seja, um conjunto que torna o processo de tomada de decisão de alta complexidade¹ e de difícil modelagem². Considerando as inúmeras variáveis e a complexidade que envolve a consulta em nutrição, além da riqueza de informações a serem coletadas, organizadas, armazenadas e interpretadas, uma das formas de se trabalhar com isso é por meio da tecnologia da informação (TI), reduzindo assim a carga cognitiva do nutricionista em suas atividades habituais e focando seu atendimento na subjetividade junto ao paciente/cliente e não apenas em cálculos, lista de ações e/ou protocolos de atendimento.

A combinação de alimentos/ingredientes para a elaboração de preparações; a combinação de preparações em refeições e, posteriormente, em planos alimentares é uma arte e uma ciência, como dito por Eckstein (1967). A elaboração de planos alimentares é algo que se deve aprender por meio de heurísticas³ ou por tentativa e erro. Um profissional treinado consegue trabalhar com a complexidade do planejamento regular de planos alimentares, porém, quando tenta atender às restrições/limitações de diversos grupos, controlar custos e características do alimento, a probabilidade de sucesso diminui. Dessa forma, a utilização de ferramentas computacionais para auxiliar nas decisões sobre a elaboração de planos alimentares é útil (Seljak, 2009).

A geração de planos alimentares é um problema de otimização combinatória bem conhecido, podendo ser definido como um problema da mochila⁴ (*knapsack problem*) (Seljak, 2004), identificado como o processo de organizar alimentos/preparações em refeições, de acordo com restrições/limitações específicas (Hernández-Ocaña et al., 2018). Cada item do plano alimentar é expresso em porções e, posteriormente em gramas ou mililitros, e com isso é possível obter uma quantificação da quantidade de energia e componentes, os quais devem

1 A solução do problema de elaboração de cardápios pode ser definida como NP completo (Seljak, 2009), ou seja, de alta complexidade e, para a sua solução, é necessário um tempo polinomial não determinístico. Cabe destacar que a complexidade computacional tende a aumentar, à medida que as regras de seleção de alimentos/preparações são alteradas.

² **Modelagem** – Aplicação de modelos matemáticos e técnicas computacionais utilizados na solução de problemas de um domínio de interesse.

³ **Heurísticas** – são métodos ou algoritmos exploratórios utilizados na solução de problemas de um domínio de interesse.

⁴ **Problema da mochila (*knapsack problem*)** – problema de otimização combinatória; modelo de uma situação em que é necessário preencher uma mochila com objetos de diferentes pesos e valores, objetivando o preenchimento da mochila com maior valor possível, sem ultrapassar o peso máximo determinado.

satisfazer as recomendações nutricionais para a manutenção das atividades diárias, além das funções vitais. As restrições que precisam ser consideradas são: (i) necessidades nutricionais; (ii) preferências alimentares; (iii) alimentos/preparações disponíveis no país, e; (iii) orientações/recomendações do nutricionista para o paciente/cliente, que devem ser pautadas na ciência da nutrição e nas “Leis da Nutrição” ou “Leis da Alimentação”, criadas por Pedro Escudero, em 1937 (Landabure, 1968).

As “Leis da Nutrição” ou “Leis da Alimentação” englobam os seguintes enunciados: (i) Lei da Quantidade – o plano alimentar deve contemplar a quantidade de energia necessária para o paciente/cliente a que se destina; (ii) Lei da Qualidade – o plano alimentar deve contemplar alimentos de todos os grupos alimentares, conforme as características da refeição; (iii) Lei da Harmonia – o plano alimentar deve apresentar uma relação adequada entre os componentes ingeridos, e; (iv) Lei da Adequação – o plano alimentar deve ser adequado às necessidades nutricionais (ciclo de vida), atividade física e estado de saúde.

Segundo o estudo feito por Lancaster (1992), a elaboração de um plano alimentar para um indivíduo implica no controle diário da ingestão de energia e componentes, isso representa um problema com um mínimo de trinta restrições e milhares de variáveis. Além da complexidade já apontada, o estudo de Seljak (2009) relata que o tempo dispendido na elaboração de cardápios, utilizando todas essas restrições/limitações, pode variar de trinta minutos até três horas, quando realizado por um nutricionista experiente. Dessa forma, o uso de uma ferramenta computacional pode auxiliar o nutricionista na tarefa de elaboração de cardápios, pois esta é capaz de trabalhar com grandes volumes de informação e em um curto espaço de tempo.

Entre as ferramentas computacionais, destacam-se os sistemas de apoio à decisão (SAD) e mais especificamente os sistemas baseados em conhecimento (SBC), onde os sistemas especialistas (SE) estão inseridos; esses sistemas, implementados com técnicas de inteligência artificial (IA), permitem ao nutricionista analisar e fazer inferências de informações, auxiliando-o na elaboração de diagnósticos nutricionais e condutas dietoterápicas, pois são baseados em decisão computacional, utilizando fatos e heurísticas para resolver problemas de difícil solução com base no conhecimento adquirido a partir de um especialista (Buchanan; Smith, 2003).

Os sistemas especialistas possibilitam o fácil acesso a modelos decisórios e dados/informações, além de auxiliarem no processo de tomada de decisão, pois sua estrutura

necessita que as informações fornecidas pelo sistema sejam incorporadas à experiência do profissional, resultando em maiores chances de assertividade na decisão clínica a ser tomada.

1.1 Consulta em nutrição

A consulta em nutrição é uma atividade realizada pelo nutricionista e tem como objetivo o levantamento de informações que possibilitem a determinação do diagnóstico de nutrição, além da prescrição dietética e orientação nutricional de pacientes ou clientes, de forma individualizada (CFN 380/2005; CFN 600/2018).

O diagnóstico de nutrição tem por finalidade a identificação e determinação do estado nutricional do cliente ou paciente, sendo elaborado a partir de dados clínicos, bioquímicos, antropométricos e dietéticos, obtidos quando da avaliação nutricional e durante o acompanhamento individualizado. A avaliação nutricional consiste na análise de indicadores diretos (clínicos, bioquímicos, antropométricos) e indiretos (consumo alimentar, renda e disponibilidade de alimentos, entre outros) (CFN 380/2005; CFN 600/2018).

Para a prescrição do plano alimentar do paciente/cliente, baseado na definição das necessidades energéticas e recomendações de macro e micronutrientes, deve-se respeitar os hábitos alimentares, fazendo-se as devidas adequações quanto ao padrão alimentar deste, ou seja, número, tipo e composição das refeições, restrições, preferências e apetite (CFN 417/2008). Dessa forma, a prescrição de um plano alimentar é uma tarefa complexa, pois envolve fatores nutricionais, aspectos biopsicossociais do indivíduo, além das características dos alimentos/preparações — características sensoriais, sazonalidade, custo, entre outros.

Considerando a diversidade de métodos disponíveis na literatura que visam a operacionalização e a consulta em nutrição e sua interferência no planejamento e atenção dietética ao paciente/cliente, se faz necessário a sistematização do processo de consulta em nutrição.

Existem modelos padronizados para o cuidado nutricional, tais como o Processo de Cuidado em Nutrição (PCN) (*Nutrition Care Process and Model – NCPM*), adotado *Academy of Nutrition and Dietetics – AND* (AND, 2018) e o modelo da *The British Dietetic Association – BDA* (BDA, 2018), semelhante a esse, que se aplica a países como os Estados Unidos, Canadá e Austrália. A comunidade internacional de dietética tem trabalhado para desenvolver uma linguagem padronizada com o intuito de documentar todo o processo de cuidado

nutricional (Cioara et al., 2018). Na Europa, até 2020, pretende-se adotar um processo padronizado para o cuidado nutricional, a ser utilizado por todos os nutricionistas, inclusive aqueles em formação (EFAD, 2018).

Uma proposta de sistematização do cuidado nutricional foi apresentada pela Associação Brasileira de Nutrição (ASBRAN) (Manual Orientativo de Sistematização do Cuidado de Nutrição – SICNUT) (ASBRAN, 2014). Essa proposta teve como referência o PCN (Bueche et al. 2008; Hammond et al., 2014).

Exemplos de aplicação desse processo na área de informática são: (i) estudo desenvolvido por Doina; Laura (2015), onde foi implementada uma ferramenta computacional, estruturada conforme o PCN, cujo objetivo é o de oferecer suporte para profissionais e estudantes de nutrição, durante o atendimento nutricional; (ii) estudo desenvolvido por Ciora et al. (2018), onde foi implementado um sistema especialista para o cuidado nutricional de idosos, considerando a Ontologia⁵ do PCN.

O PCN é um método sistemático para a solução de problemas, utilizado para que nutricionistas possam pensar criticamente, além de tomar decisões para a prestação de cuidados de nutrição de forma segura e eficaz; é um processo cíclico e sistemático, onde cada estágio é dependente daquele que o precede. O PCN é composto por quatro passos distintos, mas que podem estar relacionados (Figura 1): (i) avaliação do estado nutricional; (ii) diagnóstico de nutrição; (iii) intervenção de nutrição; e, (iv) acompanhamento de nutrição.

Na sequência serão apresentados os quatro passos do PCN que compõe a consulta em nutrição.

1.1.1 Passo 1 – Avaliação do estado nutricional

Seu objetivo é coletar, registrar e interpretar os dados necessários para identificar problemas relacionados à nutrição, suas causas e significados. É um processo contínuo e dinâmico que engloba coleta de dados e informações, além do acompanhamento contínuo do estado do paciente/cliente, comparando-os a parâmetros específicos (guidelines). Após a coleta dos dados de avaliação do estado nutricional, ou indicadores, estes são comparados com padrões de normalidade, definidos para cada população específica. Essa avaliação fornecerá base

⁵ **Ontologia** – representação formal, por meio de uma estrutura de dados, de conceitos e restrições relacionados a um domínio de interesse (Gruber, 1983).

para o diagnóstico de nutrição que é o próximo passo no processo de cuidado de nutrição e está baseada em quatro domínios (categorias), história nutricional e dietética, dados antropométricos e composição corporal, dados bioquímicos e exames médicos, exame com enfoque nutricional e história clínica e social; cada categoria é contemplada por variáveis específicas conforme o protocolo de anamnese e de cálculos antropométricos adotado (Lacey, Pritchett, 2003; Bueche et al., 2008).

Figura 1 – Quatro passos que compõe o Processo de Cuidado em Nutrição (PCN).

Fonte: Adaptado de Bueche et al. (2008).

1.1.2 Passo 2 – Diagnóstico de nutrição

Seu objetivo é identificar um problema nutricional existente cujo tratamento é de responsabilidade do nutricionista. Após a coleta dos dados de avaliação do estado nutricional, esses devem ser agrupados, analisados e sintetizados. Esse processo determinará as categorias dos diagnósticos de nutrição a partir das quais será possível formular um diagnóstico de nutrição específico. São eles, ingestão de alimentos e componentes, informações referentes a problemas de nutrição clínica e o comportamento nutricional do paciente/cliente (Lacey, Pritchett, 2003; Bueche et al., 2008).

Cada categoria possui classes, subclasses e itens, com características que contribuem para a saúde nutricional, sendo que a maioria dos diagnósticos em nutrição está no domínio

(categoria) ingestão, que é o mais específico ao nutricionista. O modelo de diagnóstico de nutrição, utilizado pela ASBRAN (2014) está disponível no Anexo A.

O diagnóstico de nutrição não deve ser confundido com o diagnóstico médico, que pode ser definido como uma doença ou uma síndrome relacionada à órgão(s) específico(s) ou sistema(s) corporal(is) (Lee, 2005); o diagnóstico de nutrição refere-se às condições nutricionais do paciente/cliente e aos problemas que o nutricionista pode identificar com base nos dados e informações coletados, organizados e analisados.

Ressalta-se que o diagnóstico médico não muda desde que a condição da doença permaneça; o diagnóstico de nutrição mudaria quando a resposta do paciente/cliente mudasse. Assim, ao analisar os dados coletados, a partir da avaliação do estado nutricional, é possível apresentar diagnósticos de nutrição corretos, e dessa forma definir de maneira realística metas, selecionando intervenções apropriadas e acompanhando a evolução do paciente/cliente e sua busca pelas metas definidas (Chen et al., 2012).

1.1.3 Passo 3 – Intervenção de nutrição

Seu objetivo é propor intervenções para a solução de problemas detectados na avaliação do estado nutricional e descritos no diagnóstico de nutrição. As ações de intervenção de nutrição são desenvolvidas com a finalidade de realizar mudanças em comportamentos relacionados com a nutrição, fatores de risco, condições do meio ambiente e aspectos do estado de saúde. A intervenção de nutrição está baseada em quatro domínios (categorias), prescrição dietética, educação alimentar e nutricional, aconselhamento nutricional e coordenação do cuidado de nutrição com outros profissionais de saúde (Bueche et al., 2008).

A intervenção de nutrição é realizada em duas etapas: planejamento e execução. O planejamento da intervenção de nutrição envolve: (i) priorização do diagnóstico nutricional; (ii) definição dos objetivos da intervenção para cada diagnóstico nutricional; (iii) seleção das estratégias e métodos de intervenção/condução; e, (iv) adequação das recomendações conforme as diretrizes e consensos (nacionais ou internacionais) atualizados. A execução da intervenção de nutrição engloba: (i) estabelecimento do plano de cuidados de nutrição; (ii) definição das mudanças comportamentais (condutas e estratégias); e, (iii) elaboração da prescrição dietética (Bueche et al., 2008).

1.1.4 Passo 4 – Acompanhamento de nutrição

O objetivo do acompanhamento de nutrição (também conhecido como monitoramento ou evolução nutricional) é verificar a resposta à intervenção de nutrição que foi definida de acordo com o diagnóstico de nutrição, além da redefinição de novos diagnósticos e objetivos. Para tanto, é necessário determinar o progresso da intervenção de nutrição, rever o estado nutricional, realizar comparações com a avaliação realizada inicialmente e as metas propostas. A etapa de acompanhamento de nutrição deve ser considerada durante a etapa de avaliação, quando da determinação do diagnóstico e intervenção de nutrição. Os indicadores avaliados são aqueles indicados durante a etapa do diagnóstico de nutrição, considerando as alterações que esse possa sofrer e a necessidade de solicitação de novos exames laboratoriais. O acompanhamento de nutrição está baseado em quatro categorias (domínios) e visa verificar os resultados da história nutricional e dietética, dos dados antropométricos e composição corporal, dos dados bioquímicos e exames médicos e exame físico com enfoque nutricional (Bueche et al., 2008).

No Quadro 1 são apresentados os dados e informações que compõe a consulta em nutrição, considerando as categorias, que compõe os quatro passos do PCN.

Quadro 1 – Sistematização da consulta em nutrição considerando os quatro passos do Processo de Cuidado em Nutrição (PCN).

Passo 1 – Avaliação do estado nutricional				
História alimentar	Dados antropométricos e composição corporal	Dados bioquímicos e exames médicos	Exame físico com enfoque nutricional	História clínica e social
Ingestão de alimentos (componentes), comportamento alimentar, uso de medicamentos, crenças e tabus, disponibilidade dos alimentos.	Peso, altura, Índice de massa corporal (IMC), histórico de peso.	Dados de exames laboratoriais de interesse nutricional.	Aparência física, muscular e perda de tecido adiposo.	História pessoal, médica e de saúde, história família, médica e de saúde, história social, atividade física.

Passo 2 – Diagnóstico em nutrição		
Ingestão	Nutrição Clínica	Comportamento/Ambiente Nutricional
Consumo (alimento/nutriente) acima ou abaixo em comparação com as necessidades estimadas.	Problemas de nutrição que se relacionam com condições médicas ou físicas.	Conhecimentos, atitudes e crenças, ambiente físico, acesso aos alimentos ou segurança dos alimentos.

Passo 3 – Intervenção de nutrição			
Prescrição dietética	Educação alimentar e nutricional	Aconselhamento nutricional	Coordenação do cuidado em nutrição
Abordagem individualizada para a provisão de alimentos (componentes), considerando recomendações nutricionais e preferências.	Processo para instruir o paciente/cliente a modificar sua alimentação voluntariamente, transmitindo conhecimento para escolhas saudáveis de nutrição e atividade física, para manter/melhorar a saúde.	Processo de suporte, com uma relação de colaboração entre o conselheiro e o paciente/cliente, para estabelecer metas e planos de ação individualizados, encorajando a responsabilidade para a promoção de saúde.	Coordenação dos cuidados de nutrição com outros prestadores de cuidados em saúde (instituições ou agências) que possam ajudar na gestão dos problemas relacionados com a nutrição.

Passo 4 – Acompanhamento de nutrição			
Resultados da história alimentar	Resultados dos dados antropométricos e composição corporal	Resultado dos dados bioquímicos e exames médicos	Resultado do exame físico com enfoque nutricional
Ingestão de alimentos (componentes), comportamento alimentar, uso de medicamentos, crenças e tabus, disponibilidade dos alimentos.	Peso, altura, Índice de massa corporal (IMC), histórico de peso.	Dados de exames laboratoriais de interesse nutricional.	Aparência física, muscular e perda de tecido adiposo.

Fonte: adaptado de Bueche et al (2008).

1.2 Dado, informação, conhecimento e tecnologia da informação

Dados são elementos brutos da informação, pois são apresentados de forma desorganizada e precisam ser organizados e sintetizados para gerar informações adequadas e necessárias ao processo de tomada de decisão. Um conjunto de letras ou um conjunto de números são considerados exemplos de dados (Karanikolas, 2014). Outra definição apresentada é que dado é uma entidade discreta descrita de forma objetiva sem qualquer interpretação (Hoggle et al. 2006), que ao ser visto de forma isolada, não transmite conhecimento, pois não apresenta significado intrínseco.

Informações são os dados que foram interpretados, organizados, analisados ou estruturados para um determinado propósito (Hoggle et al., 2006). Outro conceito de informação é que são dados apresentados dentro de um contexto que lhes dá significado e relevância, contribuindo para aumentar a compreensão e diminuir a incerteza sobre determinado assunto na tomada de decisão (Karanikolas, 2014). Dessa forma, a informação obtida de uma base de dados completa e com qualidade é de suma importância para a fundamentação de processos decisórios, sendo que a utilização de modelos e tecnologias facilita a geração dessas informações, como exemplo pode-se citar o uso de sistemas de informação.

Conhecimento é a capacidade adquirida por alguém de interpretar um conjunto de informações. Esse conjunto de informações foi sintetizado para que relações possam ser identificadas e formalizadas e, a partir dessas relações, decisões possam ser tomadas. O conjunto de informações depende da experiência e da observação como situações, além de contar com o embasamento de pesquisas, as quais são necessárias ao processo de tomada de decisão (Hoggle et al. 2006).

A tecnologia da informação contempla um conjunto de recursos tecnológicos e ferramentas computacionais destinados à geração e ao uso da informação. Além disso, envolve também, o armazenamento, o processamento e a comunicação da informação e a forma como esses recursos estão organizados em um sistema de informação, cujo objetivo é auxiliar na execução das tarefas (Glaser et al., 2008).

Sistema de informação pode ser conceituado como um conjunto de procedimentos que manipulam, geram, armazenam e buscam informações, quando necessário e, que pode ou não utilizar recursos da tecnologia computacional, cuja finalidade é o de apoiar o processo de tomada de decisão e o controle das organizações. Na área de saúde, os sistemas de informação

contemplam um conjunto de dados e informações utilizados para apoiar o planejamento, o aperfeiçoamento e o processo decisório dos múltiplos profissionais da área da saúde envolvidos no atendimento aos pacientes/clientes (Marin, 2010).

1.3 Inteligência artificial (IA)

A criação do computador moderno, surgiu a partir dos estudos de Alan Turing, matemático britânico. Com base em seus conceitos, desenvolveu-se o que atualmente é chamada de ciência da computação. Com a formalização do conceito de algoritmo e da “Máquina de Turing” — dispositivo teórico conhecido como máquina universal — Turing desempenhou um importante papel na criação do computador digital, muitos anos antes dele existir; seu trabalho é descrito no artigo intitulado *On computable numbers, with an application to the entscheidungsproblem*, publicado em 1937 (Russel; Norvig, 2013).

Os estudos na área de inteligência artificial tiveram início, como um campo experimental, nos anos 50, logo após a Segunda Guerra Mundial, com a publicação do artigo intitulado *Computing Machinery and Intelligence*, de Alan Turing. O termo “inteligência artificial” foi designado por John McCarty, durante a conferência de 1957, em Dartmouth College; que em conjunto com Marvin Minsky, fundaram o MIT AI Lab em 1959 (Russel; Norvig, 2013).

Rabuske (1995) conceitua inteligência artificial como “o resultado da aplicação de técnicas e recursos, de natureza não numérica, viabilizando a solução de problemas que exigiriam, do humano, certo grau de raciocínio e de perícia”.

A área de inteligência artificial está relacionada à pesquisa e o desenvolvimento de métodos que modelam e trabalham com o conhecimento. Dessa forma, quando a incerteza está presente na solução de um problema, a inteligência artificial é capaz de modelar e trabalhar com esta, através da aplicação de ferramentas computacionais.

A atividade da inteligência artificial é a solução de problemas, principalmente os complexos e de natureza não numérica, por meio da utilização e manipulação do conhecimento. Dessa forma, para que seja possível solucionar um problema, se faz necessário ter algum conhecimento do domínio do problema, além da utilização de uma técnica de busca da solução.

O objetivo de um sistema de inteligência artificial é a aquisição, representação e manipulação do conhecimento (Figura 2). Essa manipulação relaciona-se com a capacidade de deduzir ou inferir novos conhecimentos, a partir daqueles já existentes, além de utilizar métodos

de representação e manipulação para resolver problemas que são, frequentemente, não quantitativos por natureza (Schutzer, 1987).

Figura 2 – Representação conceitual de um sistema de Inteligência Artificial (IA).

Fonte: Schutzer (1987).

A área de inteligência artificial está geralmente associada ao desenvolvimento de sistemas especialistas. Esses sistemas são implementados para reproduzir o conhecimento do especialista, sendo utilizados para resolver problemas de domínios específicos. A área da saúde tem sido uma das mais beneficiadas pelos sistemas especialistas, por ser detentora de problemas clássicos possuidores de todas as peculiaridades necessárias para que tais sistemas possam ser implementados.

1.4 Sistema de apoio à decisão (SAD)

Os sistemas de apoio à decisão são ferramentas computacionais criadas com o objetivo de auxiliar os profissionais no processo de tomada de decisão e na resolução de problemas (Shim et al., 2002). Esses sistemas utilizam situações de decisão semiestruturadas, onde o objetivo é ampliar sua capacidade de tomada de decisão, sem, no entanto, substituir o julgamento do profissional.

O apoio à decisão pode ser realizado a partir dos dados e informações ou do conhecimento (Shortliffe; Barnett, 2014). A diferença existente entre esses dois tipos de suporte permite

compreender a capacidade e o tipo de apoio que esses sistemas podem ofertar ao profissional (Figura 3).

Sistemas de informação coletam, armazenam e processam dados e informações, onde a interpretação e conclusão desse processo ficam a cargo do usuário (Figura 3). Dessa forma, esses sistemas auxiliam o profissional na redução de suas atividades burocráticas diárias. Esse auxílio pode ser através da busca de uma informação sobre o paciente de uma consulta passada ou mostrando um gráfico comparativo da evolução de determinado parâmetro ao longo de várias consultas.

Já os sistemas baseados em conhecimento são construídos a partir do conhecimento pertinente ao problema, sendo que esses podem realizar inferências sem a participação do usuário, pois utilizam técnicas de inteligência artificial para representar o conhecimento (Figura 3). Devido à capacidade de avaliar as informações disponíveis, esses sistemas auxiliam o profissional na redução da carga cognitiva do mesmo. Desta forma, o profissional pode dispendar mais tempo para as atividades de coleta das informações junto ao paciente, onde a subjetividade desses dados e informações podem induzir a erro de diagnóstico um profissional sobrecarregado com tantas variáveis a serem analisadas.

Figura 3 – Relação entre sistemas de informação (SI), sistemas de apoio à decisão (SAD), sistemas baseados em conhecimento (SBC) e sistemas especialistas (SE).

Considerando que a tomada de decisão da área de saúde envolve a coleta de dados, decisão e avaliação, os sistemas de apoio à decisão podem atuar em todos estes níveis. Dessa forma, suas principais aplicações são: (i) alertas e lembretes sobre informações apresentadas ou necessidade de solicitações, apresentando ampla aplicabilidade e grande potencial na prevenção de erros; (ii) auxílio ao diagnóstico e à prescrição por meio da análise e inferências em relação às variáveis coletadas da base de dados; (iii) obtenção e recuperação de informações, entre outros (Garg et al., 2005; Berner; La Lande, 2007).

1.5 Sistemas especialistas (SE)

O desenvolvimento de sistemas especialistas teve início em meados de 1960, sendo um ramo da inteligência artificial aplicada. O princípio por trás de um sistema especialista está na transferência do conhecimento humano para o computador, onde seu propósito é o de tornar o conhecimento e a *expertise* do especialista disponíveis. O primeiro sistema especialista desenvolvido em medicina, chamado MYCIN, ocorreu em meados de 1970, desenvolvido pelo médico e pesquisador de Informática em Saúde, Dr Edward Shortliffe, da Universidade de Stanford, EUA. Esse sistema recomenda a seleção de antibióticos em casos de meningite, baseado nas características do agente infeccioso e em dados clínicos do paciente, tais como, sinais, sintomas e outras condições médicas associadas. Embora não tenha sido o primeiro sistema de apoio à decisão implementado, esse foi o primeiro a usar a *expertise* do especialista em um formato baseado em regras (Chen et al., 2012).

Os sistemas especialistas são considerados um nível mais especializado dos sistemas baseados em conhecimento e também utilizam técnicas de inteligência artificial para representar o conhecimento de domínios específicos. Esses sistemas são construídos com o conhecimento de um ou mais especialistas, em áreas específicas do conhecimento, sendo também flexíveis quanto à adição ou atualização dos conhecimentos já existentes (Buchanan; Smith, 2003).

O conhecimento proveniente do especialista deve ser armazenado numa base de conhecimento e quando este for necessário, o usuário ou mesmo o próprio sistema, pode recuperar o conhecimento armazenado. O sistema especialista deve ser capaz de fazer inferências e chegar a conclusões. Semelhante ao especialista, quando possível, o sistema

especialista deve ter a capacidade de explicar a lógica que foi utilizada para se chegar as conclusões apresentadas (Chen et al., 2012).

A arquitetura básica de um sistema especialista é formada por quatro módulos (Figura 4):

(i) base de conhecimento: local de armazenamento das informações específicas a serem utilizadas nas decisões pertinentes as aplicações do sistema, obtidas de especialistas, dentro do domínio específico;

(ii) motor de inferência: algoritmo que elaborará conclusões a partir das informações pertinentes ao domínio do conhecimento. Este determinará a forma como o conhecimento é representado na base de conhecimento;

(iii) memória de trabalho: parte do sistema especialista que possui os fatos do problema descobertos durante sua utilização, sendo que as informações são gravadas e apagadas da memória de trabalho até que se chegue a solução desejada. Este componente é comum nos sistemas especialistas baseados em regras e pode estar ausente dependendo da técnica de representação do conhecimento utilizada no desenvolvimento do sistema especialista; e,

(iv) interface com o usuário: forma de comunicação entre o usuário e o sistema especialista. Através desta interface, todas as consultas são dirigidas ao sistema especialista e as respostas retornam ao usuário. Pode ser apresentada na forma de textos, janelas ou interface gráfica (Chen et al., 2012).

Durante o processo de desenvolvimento de um sistema especialista, destacam-se duas fases:

(i) aquisição do conhecimento: para o desenvolvimento do sistema especialista é necessário o conhecimento do especialista em um domínio específico do problema, para que o sistema possa fazer inferências e tomar decisões. A aquisição do conhecimento é o processo de coleta de informações de um especialista, cujo objetivo é a composição da base de conhecimento do sistema especialista. Esse processo é feito através da obtenção de dados a partir da literatura ou entrevista com especialistas da área; e,

(ii) representação do conhecimento: após a coleta e organização do conhecimento especializado, o engenheiro do conhecimento (profissional responsável pelo desenvolvimento do sistema especialista) deverá encontrar um método para converter o conhecimento adquirido em uma forma que o sistema especialista entenda. São várias as formas de representação do conhecimento utilizadas, tais como, sistemas baseados em regras, redes semânticas, redes neurais, algoritmos evolutivos, entre outras (Chen et al., 2012).

Figura 4 – Arquitetura básica de um sistema especialista (SE).

Para se identificar a técnica de representação do conhecimento apropriada ao domínio de aplicação estudado, se faz necessária a análise das variáveis que serão utilizadas no processo de tomada de decisão. As variáveis utilizadas devem ser mínimas, mas necessárias, ou seja, somente aquelas imprescindíveis ao processo de tomada de decisão. Caso disponha-se de uma base de dados é possível avaliar se todas as variáveis são importantes nesse processo. Caso contrário, o engenheiro do conhecimento tem a responsabilidade de tentar, junto com os especialistas no domínio da aplicação e apoiado na literatura sobre o assunto, levantar esse conjunto, mínimo e suficiente para o processo de tomada de decisão, com o máximo critério.

Estudos como os de Coelho (2008), Hsu et al. (2011), Chen et al. (2012) e Caballero-Ruiz et al. (2017), mostram a aplicação de técnicas de inteligência artificial na implementação de sistemas especialistas na área de nutrição. O primeiro foi desenvolvido com a técnica de redes bayesianas e tem o objetivo de auxiliar no manejo nutricional de pacientes com diabetes mellitus, utilizando como terapia nutricional a contagem de carboidratos. O segundo foi

desenvolvido com o emprego da técnica de lógica *fuzzy* para a análise e recomendação de planos alimentares. O terceiro é um sistema especialista implementado para auxiliar no diagnóstico de nutrição, Passo 2 do PCN, para pacientes com doença renal crônica; esse usou a técnica de regras de produção para o seu desenvolvimento. O último é um sistema de apoio à decisão *online* desenvolvido com a técnica de árvore de decisão para a detecção das necessidades de insulina em pacientes com diabetes gestacional e ajustes na prescrição dietética.

1.6 Ontologias

Uma das formas de representar o conhecimento, necessário para a implementação de um sistema especialista, é pela criação de uma ontologia, que é definida como a representação formal, por meio de uma estrutura de dados, de conceitos e restrições relacionados a um domínio de interesse; objetiva a definição de um vocabulário para que pesquisadores possam compartilhar informações de um domínio (Gruber, 1993).

Os elementos da ontologia são: (i) classes – grupos abstratos, conjuntos ou coleções de objetos; (ii) indivíduos – base do sistema de ontologia; (iii) atributos – característica de um objeto, e; (iv) relacionamento – ligação entre os objetos.

Na Figura 5 é apresentado um exemplo de ontologia aplicada a classe ALIMENTO, e seu relacionamento com as subclasses Grupo_alimento, Tipo_alimento, Tipo_preparo e Tipo_refeição, por meio dos grafos e legendas.

Figura 5 – Exemplo de ontologia para a classe ALIMENTO.

Um exemplo do uso de ontologias é descrito no estudo de Ciora et al. (2018), onde foi implementado um sistema especialista para o cuidado nutricional de idosos, considerando a Ontologia do PCN (Bueche et al. 2008; ASBRAN, 2014; Hammond et al., 2014).

1.7 Ferramentas computacionais de apoio à nutrição clínica

A riqueza de informações na área de nutrição constitui farto material a ser empregado no campo da informática em nutrição, disponibilizando ferramentas computacionais na área clínica, que permitam: (i) organização administrativa da consulta em nutrição; (ii) armazenamento, processamento e recuperação das informações do paciente/cliente; (iii) acesso às informações, visando a melhoria do conhecimento do profissional e a disponibilidade deste conhecimento, para uma adequada tomada de decisão.

Estão disponíveis no mercado diversas ferramentas computacionais que objetivam auxiliar o nutricionista na consulta em nutrição, considerando suas funcionalidades, tais como: (i) no cálculo e análise de planos alimentares, considerando a presença ou não de doenças; (ii) na orientação nutricional e prescrição dietética e, (iii) no cálculo e análise de parâmetros utilizados na avaliação nutricional (antropométricos, consumo alimentar e análise da ingestão de nutrientes) (Lee, 1995; Cuppari; Anção, 2005).

Entretanto, a escolha da ferramenta computacional mais adequada é uma decisão difícil a ser tomada pelo nutricionista, pois deve ser baseada: (i) funcionalidades disponíveis e facilidade na utilização da ferramenta; (ii) sistematização da consulta em nutrição, seguindo um critério lógico para o atendimento do paciente/cliente, com dados/informações pertinentes à tomada de decisão; (iii) protocolos adotados para o cálculo de necessidades energéticas, avaliação antropométrica e exames bioquímicos); (iv) definição adequada das recomendações nutricionais a serem utilizados na avaliação da ingestão de nutrientes e prescrição dietética; (v) *guidelines* para diferentes situações (ciclos de vida e patologias); (vi) características encontradas na base de dados de composição de alimentos — abrangência dos alimentos/preparações, origem dos dados disponibilizados, formas de busca, forma de apresentação/descriptores dos alimentos/preparações (cru ou cozido; com casca ou descascado; fresco ou enlatados; com ou sem açúcar, sal e temperos); (vii) relatórios apresentados para auxiliar na tomada de decisão e para apresentação ao paciente/cliente (orientação e prescrição

dietética); (viii) possibilidade de comparação de informações cadastradas, entre outras características utilizadas por essas ferramentas. Cabe ressaltar que é importante que o nutricionista já possua seu protocolo de atendimento clínico para a consulta em nutrição e dessa forma busque nas ferramentas computacionais, as funcionalidades que mais se adequam à sua rotina profissional, e não o contrário.

Um dos objetivos dessas ferramentas é a avaliação da ingestão de nutrientes, através da comparação entre a ingestão do paciente/cliente e as recomendações dietéticas estabelecidas, considerando seu ciclo de vida, além da elaboração dos planos alimentares para pacientes/clientes que apresentam ou não enfermidades. Dessa forma, um dos fatores a ser considerado quando ocorre a aquisição de uma dessas ferramentas é a qualidade dos dados de da TCA (Vozenilek, 1999; Cuppari; Anção, 2005; Stumbo, 2008), que pode variar ao se considerar a abrangência dos alimentos e componentes inclusos, das fontes utilizadas na elaboração da base de dados de composição de alimentos (TCAs nacionais e/ou internacionais construídas com dados analíticos/compilados de dados analíticos e/ou atribuídos de outras TCAs; rótulos de alimentos comerciais; laudos técnicos de alimentos processados), além da maneira como a TCA e a própria ferramenta apresenta os valores ausentes dos nutrientes (Vozenilek, 1999). Outras características que devem ser consideradas se referem à capacidade de armazenar arquivos ou pastas, apresentação e impressão de relatórios e a exportação dos dados para outros aplicativos (Lee et al., 1995; Vozenilek, 1999), bem como as formas de atualização da ferramenta (Stumbo, 2008), as formas de acesso (sistema com necessidade de instalação; acesso somente pela Internet; acesso *mobile* – tablets e smartphones) e a presença ou não de versão *trial*, para avaliação do usuário, antes de sua aquisição.

É difícil precisar quando as ferramentas computacionais de apoio à nutrição clínica começaram a ser disponibilizadas no mercado brasileiro. Acredita-se que a pioneira foi o Sistema Brand de Dietoterapia – Software de Atendimento Clínico (Brand Brasil, 2018), em 1989, em versão MS-DOS e com necessidade de instalação. Posteriormente, foi atualizado para a versão Microsoft Windows, em 1993. Atualmente a versão disponível teve seus protocolos e bases de dados atualizados, mas ainda requer instalação para utilização; também não foi disponibilizada para acesso *online* e *mobile*, e não apresenta versão *trial*, para avaliação do usuário.

Posteriormente surgiram outras ferramentas de apoio à nutrição clínica, tais como: (i) Programa de Apoio à Nutrição – NutWin 1.6 (Anção et al., 2002), lançado em 1989, para a

versão MS-DOS e depois atualizado para a Microsoft Windows, porém não sofreu novas atualizações; (ii) dietWin Profissional Plus (Reinstein, 2011) e (iii) DietPRO 5.5i (Monteiro; Esteves, 2012), lançado em 1994, já disponibilizados na versão Microsoft Windows e atualmente disponibilizados na versão *online* e com versão trial; (iii) Virtual Nutri, lançado em 1999, já disponibilizados na versão Microsoft Windows e atualmente disponibilizado na versão *online* e com versão trial – Virtual Nutri Plus (Philippi, 2012), entre outras centenas disponíveis, para instalação ou mesmo disponíveis *online* que, conforme suas características/funcionalidades, protocolos e formas de acesso, que objetivam o auxílio da prática profissional do nutricionista.

São diversas as características/funcionalidades disponibilizadas nesses SI — avaliação da composição química da dieta, avaliação clínica, avaliação do estado nutricional, prescrição e orientação dietética, entre outras características — para o atendimento ao paciente/cliente durante a consulta em nutrição.

Atualmente essas ferramentas trabalham facilitando cálculos e analisando, de forma isolada, os parâmetros encontrados, entretanto não auxiliam na definição do diagnóstico de nutrição ou alertando quando o paciente se encontra em risco, pois são baseadas apenas em dados e informações e não fazem inferências. Essas ferramentas contemplam os requisitos necessários para uma consulta de nutrição, tendo como base o processamento dos dados e informações que são coletados pelo nutricionista. São sistemas que auxiliam o nutricionista durante sua prática profissional, mas não de forma integral, pois não foram concebidos com base no conhecimento do nutricionista.

1.8 Tabelas de composição de alimentos (TCA)

Acredita-se que a primeira publicação de dados sobre composição de alimentos ocorreu em 1818 (Figura 6) (Percy; Valequin, 1818; Somogyi, 1974), porém esta TCA apresentava um formato diferente daquelas encontradas atualmente (Church, 2006; Colombani, 2011).

Noms des Végétaux.	Eau sur 500 gra.	Matière desséchée sur 500 gra.	Matière extractive sur 500 gra.	Cendres et substance corticale.	Observations.
Pain de 4 livres ordinaire.	125	375	»	très-peu.	Donne un pro- duit acide à la distillation.
Viande maigre de bœuf.	350	170	»	très-peu.	Donne un pro- duit essentiel- lement alcali- lin à la distil- lation.
Pommes de terre.	375	125	8	»	Produit acide à la distilla- tion.
Navets.	460	40	23	$\frac{1}{10}$	Donne un pro- duit acide à la distillation.
Carottes.	$428 \frac{1}{2}$	$71 \frac{1}{2}$	36	$1 \frac{1}{2}$	Produit acide à la distilla- tion.
Choux.	$460 \frac{1}{4}$	$39 \frac{1}{2}$	19,8	$\frac{1}{10}$	Produit alcali- lin à la distil- lation.
Épinards.	428	72	$28 \frac{1}{2}$	$\frac{1}{100}$	Produit très- alcalin à la dis- tillation.
Haricots secs.	»	500	»	substance corticale. 40	Produit alcali- lin à la distil- lation.
Fèves sèches.	»	500	»	55	Produit am- moniacal à la distillation.
Pois secs.	»	500	»	35	<i>Idem.</i>
Riz.	»	»	»	»	Produit acide à la distilla- tion.
Lentilles.	»	500	»	27,5	Produit alcali- lin à la distil- lation.

Figura 6 – Primeira tabela de composição de alimentos (TCA) publicada.

Fonte: Percy; Valequin (1818).

A primeira TCA com formato similar ao atual surgiu na Alemanha, com publicação da primeira tabela europeia, *Chemie der menschlichen nahrungs uns genussmittel* (Figura 7) (Köning, 1879).

Procentische Zusammensetzung des gesammten Thierkörpers
von Lawes u. Gilbert¹⁾.

1. Schlachtergebniss:

	Fettes Kalb	Halbfester Ochs	Fetter Ochs	Fettes Lamm	Mageres Schaf	Halbfettes Schaf	Fettes Schaf	Sehr fettes Schaf	Mageres Schwein	Fettes Schwein
Alter des Thieres. . .	1/2	4	4	1/2	1	3 1/4	1 1/4	1 3/4	?	? Jahre
Lebendgewicht. . .	258	1332	1419	84	97	105	127	252	93	185 Pf.

Dieses ergab in Procenten:

Knochen	12.4	11.4	10.4	8.1	9.5	7.7	7.0	35.0	8.3	5.6 %
Muskelfleisch	45.5	47.9	40.2	36.9	37.5	38.4	29.8	47.6	37.3	37.3 %
Fett	11.0	12.7	25.8	23.7	14.8	18.1	32.4	40.8	20.0	39.4 %
Eingeweide, Fell etc. . .	31.1	28.0	23.6	31.3	38.2	35.8	30.8	24.2	24.1	17.7 %
Also:	100	100	100	100	100	100	100	100	100	
Gesamtschlachtabfälle	37.9	35.2	33.8	40.2	46.7	46.4	42.5	36.9	26.3	17.2 %
Reines Schlachtgewicht*)	62.1	64.8	66.2	59.8	53.3	53.6	57.5	63.1	73.7	82.8 %

2. Procentische Zusammensetzung des ganzen Thieres:

Wasser	63.0	51.5	45.5	47.8	57.3	50.2	43.4	35.2	55.1	41.3 %
Eiweissstoffe	15.2	16.6	14.5	12.3	18.4	14.0	12.2	10.9	13.7	10.9 %
Fett	14.8	19.1	30.1	28.5	18.7	23.5	35.6	45.8	23.3	24.2 %
Salze	3.80	4.66	3.92	2.94	3.16	3.17	2.81	2.90	2.67	1.65 %
Magen- und Darm-Inhalt (excl. Dünndarm) . .	3.2	8.2	6.0	8.5	6.0	9.1	6.0	5.2	5.2	4.0 %

3. Procentische Zusammensetzung des ausgeschlachteten Rumpfes nach Abzug der Knochen:

Wasser	67.0	60.7	51.5	53.9	62.0	57.2	45.1	—	57.6	38.5 %
Eiweissstoffe	15.8	16.5	13.1	9.7	11.1	12.3	9.9	—	11.1	8.6 %
Fett	16.3	22.0	34.7	35.8	25.4	29.8	44.5	—	30.7	52.6 %
Salze	0.94	0.82	0.69	0.57	1.49	0.70	0.54	—	0.62	0.27 %

¹⁾ Philos. Transactions 1859. T. II. S. 494 u. s. f., vergl. auch Grewen's Vorträge über Agric. Chemie, III. Aufl. 1872. S. 344—346. Die Zahlen für die procent. Zusammensetzung des ausgeschlachteten Rumpfes konnten für die Gewinnung der Mittelzahlen für die chemische Zusammensetzung des Fleisches nicht mitbenutzt werden, da sie sich nicht blos auf die Zusammensetzung des Fleisches beziehen, sondern auch das Fettsellgewebe etc. mit einschliessen.

²⁾ Im Mittel mehrerer Thiere fanden Verf. das Schlachtgewicht wie folgt:

	fette Kalber	fette Rinder	fette Ochsen	Mageres Schafe	Halbfette Schafe	Sehr fette Schafe	fette Schweine
Anzahl d. geschlachteten Thiere	2	2	14	5	100	45	59 Stück
Lebendgewicht (Mittel) . . .	250.7	853.9	1182	98.0	145.4	192.0	212.7 Pfd.
Schlachtgewicht (Mittel) . . .	63.1	55.6	59.8	53.4	58.9	64.0	82.6 Proc.

1*

Figura 7 – Primeira tabela de composição de alimentos (TCA) europeia publicada, similar ao modelo atual.

Fonte: Köning (1879).

A publicação da primeira tabela americana: *The Chemical Composition of American Food*, material do Departamento de Agricultura dos Estados Unidos da América (*United States*

Departamento of Agriculture – USDA), ocorreu no final do século XIX, em 1896. Essa tabela incluiu o teor de água, proteína, gordura, carboidratos, cinzas e energia de 2572 itens alimentares (carnes, cereais, frutas, legumes e processados – chocolate, salsicha e crackers) (Figura 8) (Atwater; Woods, 1896). A edição posterior (Atwater; Bryant, 1906) também incluiu, em separado, dados sobre fibra bruta. A versão mais recente da tabela americana contém dados de 8.194 itens alimentares e 65 componentes (USDA, 2018).

Na América Latina tal fato ocorreu somente em 1935, na Argentina (Bressani, 1990), enquanto que os primeiros dados de alimentos brasileiros foram divulgados em 1949 pela FAO (*Food and Agriculture Organization of the United Nations*) através da tabela de composição “*Food Composition Tables for International Use*” (FAO, 1949) e foram baseados na Tabela de Alimentos Brasileiros, do Serviço de Alimentação da Previdência Social, porém não há informações sobre a origem desses dados.

Em 1951, ocorre a publicação da tabela de composição química dos alimentos de Guilherme Franco, que ainda é utilizada e continua a ser reeditada, apesar de não ter passado por qualquer atualização (Franco, 1951). Esta apresenta dados de alimentos crus, preparações e produtos industrializados, sem adequada identificação da origem das informações.

Entre 1974 e 1975, o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) realizou o Estudo Nacional da Despesa Familiar (ENDEF), envolvendo 55 mil domicílios brasileiros, em todo o território nacional e objetivando conhecer o perfil socioeconômico e de consumo nutricional da população. Com a pesquisa foi possível verificar a grande diversidade de alimentos consumidos, bem como a necessidade de elaborar uma tabela de composição de alimentos que atendesse a um dos objetivos propostos pelo estudo, ou seja, conhecer a ingestão de nutrientes da população. Considerando que nessa época não se dispunha de publicações nacionais de dados sobre a composição de alimentos, elaborou-se a tabela do IBGE, publicada em 1977, baseada em dados da literatura nacional e internacional (ENDEF/IBGE, 1977).

Em 1995, Mendes et al. publicaram uma tabela de composição de alimentos, editada pela Universidade Federal Fluminense (UFF). Porém os dados de fibra poderiam estar subestimados, devido ao método utilizado (Mendes et al., 1995).

Em 2001, Phillippi publicou a tabela de composição de alimentos: suporte para decisão nutricional, com dados nacionais e internacionais, bem como informação nutricional de rótulos de produtos industrializados (Phillippi, 2001). A versão atual da tabela foi publicada em 2016 e contempla 2.814 itens com valores para energia e 33 componentes (Phillippi, 2016).

Em 2004, o Núcleo de Estudos e Pesquisas em Nutrição (NEPA) da UNICAMP publicou a primeira versão da Tabela Brasileira de Composição de Alimentos (TACO). Amplamente disseminada entre nutricionistas do país e utilizada em sistemas de informação, centraliza informações de energia, macronutrientes, vitaminas e minerais de alimentos considerados como representativos do hábito alimentar brasileiro. Em 2011, foi lançada a 4a edição, com dados de 597 alimentos (TACO, 2011), disponível para download (versão PDF e planilha eletrônica).

Em 2011, foi lançada a Tabela de Composição Nutricional dos Alimentos Consumidos no Brasil, do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) em parceria com o Ministério da Saúde. Essa tabela foi elaborada em paralelo a avaliação do consumo alimentar da Pesquisa de Orçamentos Familiares (POF), 2008-2009. Compreende uma combinação de TCAs, que considerou a disponibilidade de dados da TACO (TACO, 2011), mas também a questão de uma maior abrangência de itens alimentares e outros componentes, tais como, folato, vitaminas E, D e B12, gordura *trans* e selênio dos alimentos brasileiros, até então não compiladas. Dessa forma, os valores de composição química de quase 90% dos 1.971 itens alimentares dessa tabela foram obtidos de uma base de dados norte-americana (IBGE, 2011).

As TCAs Franco (1951), ENDEF/IBGE (1977), USDA (2018), TACO (2011) e IBGE (2011) contêm informações de CA que compõem a base de dados dos principais SI utilizados no Brasil, para a avaliação da ingestão de nutrientes e elaboração de planos alimentares para a prescrição dietética.

O Tabela 1 apresenta algumas características de TCAs disponíveis no Brasil.

Tabela 1 – Características selecionadas de algumas tabelas de composição de alimentos (TCA) disponíveis nos sistemas de informação (SI) utilizados no Brasil.

TCA (ano de publicação, última edição)	Origem dos dados			Informações disponíveis						
	Compilação	Análise direta	Outras tabelas	Alimentos crus	Alimentos cozidos	Preparações	Industrializados	Fibra alimentar	Minerais	Vitaminas
Franco (1951, 2001)	Sim (*)	Não	Não (**)	Sim	Sim	Não	Não	Não	Sim	Sim
ENDEF (1977, 1999)	Sim	Não	Sim	Sim	Não	Sim	Sim	Não	Sim	Sim
Mendez e al. (1995, 2001)	Não	Sim	Não	Sim	Sim	Não	Não	Não	Sim	Sim
TBCA (1998, 2017)	Sim	Sim	Não	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
Phillipi (2001, 2016)	Sim (*)	Não	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
TACO (2004,2011)	Não	Sim	Não	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim

*Critérios não definidos. ** TCA não identificadas.

Fonte: adaptado de Menezes et al. (2017).

1.8.1 Tabela brasileira de composição de alimentos (TBCA)

Estudos como os de Salles-Costa et al. (2007), Vieira et al. (2009), Lourenço et al. (2011) e Assunção (2017) que tiveram como objetivo avaliar os dados de CA disponíveis nas ferramentas computacionais de apoio à nutrição clínica brasileiras, mostram a necessidade de se conhecer a origem e exatidão das informações disponibilizadas, para que ao se avaliar a ingestão de nutrientes do paciente/cliente ou elaborar um plano alimentar, possa-se se fazer de forma adequada.

A disponibilização de dados nacionais sobre CA é fundamental para a realização para a prática profissional do nutricionista durante a consulta em nutrição. Considerando a pouca disponibilidade de dados de CA nas tabelas nacionais brasileiras, a avaliação da ingestão de nutrientes e a prescrição dietética têm sido elaboradas, em sua grande maioria, com bases de dados internacionais, principalmente norte-americanas. Outro fator a ser considerado, quanto ao uso de TCAs ou sistemas de informação com dados de CA internacionais, em países como o Brasil, se refere a grande biodiversidade de alimentos, dificilmente contemplada em bancos de dados internacionais (Gibson et al., 2017).

A primeira versão do website da Tabela Brasileira de Composição de Alimentos (TBCA) foi lançada em 1998, sendo essa a primeira base de dados de CA a ser disseminada na Internet na América Latina (Menezes et al., 2002). Os dados de composição de alimentos disponibilizados até a versão 5.0 da TBCA não apresentavam um perfil de componentes completo, pois eram utilizados apenas dados originais de publicações. Essas informações eram agrupadas em diferentes bases de dados, conforme os componentes compilados: (i) composição centesimal; (ii) fibra alimentar (método enzimico-gravimétrico); (iii) amido resistente; (iv) perfil de carboidratos (carboidrato total e disponível; fibra solúvel e insolúvel); (v) ácidos graxos e colesterol; (vi) vitamina A e carotenoide, e; (viii) resposta glicêmica. Essa versão apresentava cerca de 2.800 alimentos no total de todos os bancos disponibilizados, sendo que 50 % dos dados eram de composição centesimal (Giuntini et al., 2006). Dessa forma, embora essas informações fossem de grande utilidade, não permitiam seu uso para avaliação de ingestão de nutrientes, nem o auxílio na elaboração de planos alimentares.

A versão 6.0 do website da TBCA foi lançada em outubro de 2017. Seu desenvolvimento foi coordenado pela Rede Brasileira de Dados de Alimentos (Brasilfoods), Universidade de São Paulo (USP), e pelo Centro de Pesquisa em Alimentos (FoRC) — Centro de Pesquisa, Inovação

e Difusão da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (Fapesp) e está disponível gratuitamente em www.fcf.usp.br/tbca.

A versão 6.0 do website da TBCA é composta por duas bases de dados: (i) Base de Dados de Avaliação da Ingestão de Nutrientes (TBCA BD-AIN), que fornece o perfil completo de nutrientes para 34 componentes — composição centesimal, ácidos graxos e colesterol, 10 vitaminas e 10 minerais — dos alimentos mais consumidos no Brasil; (ii) Base de Dados de Biodiversidade e Alimentos Regionais (TBCA BD-B), que centraliza dados analíticos sobre a biodiversidade de alimentos brasileiros e pratos típicos em várias regiões do país (TBCA, 2017).

A metodologia para elaboração da TBCA BD-AIN incluiu 4 etapas: (i) agregação de dados de alimentos com descrições semelhantes para cobrir os alimentos relatados em pesquisas de consumo alimentar; (ii) preenchimento de dados faltantes; (iii) coleta de receitas das preparações para realização do cálculo do perfil de nutrientes; (iv) construção da base de dados. Essa base contempla dados de CA para 3.437 alimentos: (i) 432 alimentos in natura – alimentos que são consumidos em sua forma natural e/ou que necessitam de processamento prévio – frutas, vegetais, carnes em geral, cereais, ovos, legumes, nozes e sementes; (ii) 215 alimentos cozidos (cozidos, assados, grelhados, fritos), mas sem adição de outros ingredientes (óleo e temperos) – legumes, carne, massas e leguminosas; (iii) 178 alimentos processados usados como ingredientes – farinha de trigo, farinha de milho, pós para preparo – gelatina, pudim, bolo; (iv) 461 alimentos prontos para consumo – biscoitos, bolos, pães, óleos e margarinas, leite e produtos lácteos, chocolate, açúcar, molhos entre outros que também podem ser usados em outras receitas; (v) 2.151 preparações com diversos ingredientes – de todos os grupos de alimentos, incluindo receitas tradicionais do Brasil (Capítulo 2). Cabe destacar que somente cerca de 15% dos dados de composição disponíveis na TBCA BD-AIN foram emprestados de TCAs internacionais e 5% são de dados não analisados. Dessa forma, os dados de CA disponíveis na TBCA BD-AIN podem ser considerados como prioritariamente nacionais.

1.9 Ferramentas computacionais utilizadas na elaboração de planos alimentares

Desde a década de 1960 pesquisadores reconhecem a necessidade do desenvolvimento de ferramentas computacionais voltadas à elaboração de planos alimentares, dada a complexidade envolvida nesse processo (Petot et al., 1998).

Em 1959 (Smith, 1959), foram implementadas as primeiras ferramentas computacionais para elaboração de planos alimentares, utilizando programação linear, na geração de planos alimentares palatáveis. Balintfy (1964), com base nos resultados desse estudo, utilizou a linguagem de programação FORTRAN, para desenvolver uma ferramenta computacional para a elaboração de planos alimentares, considerando aspectos nutricionais e custos. A *programação linear* tem o desempenho degradado a medida que a complexidade do problema aumenta, tendo em vista que geralmente deixam de ser lineares, como é o caso das inúmeras restrições/limitações que precisam ser consideradas na elaboração dos planos alimentares.

Eckstein (1967) aplicou *técnicas de seleção randômica* (também chamado de “busca cega”) para a elaboração de planos alimentares com várias restrições/limitações (custo, cor, textura, forma, energia, variedade e aceitabilidade) por parte da população-alvo. A seleção randômica pode demorar muito na busca da solução se tiver que varrer todo o espaço de busca, que é o caso quando se considera uma base de dados de CA com abrangência suficiente em alimentos/preparações para a elaboração de planos de alimentares.

As décadas de 1970 e 1980 foram marcadas pela falta de interesse no desenvolvimento de ferramentas computacionais para a elaboração de cardápios, sendo que um dos motivos pode ter sido a falta de financiamento. Na década de 1990, com o ressurgimento de pesquisas no campo da inteligência artificial, o problema da elaboração de cardápios voltou a ser de interesse dos pesquisadores (Seljak, 2009).

Com a aplicação das *técnicas baseadas em casos e baseada em regras*, duas ferramentas foram desenvolvidas: (i) JULIA (Hinrichs; Kolodner, 1991), uma ferramenta interativa utilizada para elaborar refeições para coletividade, cujo objetivo é solucionar os problemas de restrições alimentares; e, (ii) CAMPER (Marling et al., 1999), ferramenta desenvolvida para elaborar planos alimentares para indivíduos, considerando suas necessidades nutricionais.

Mais recentemente, outras técnicas também foram utilizadas para tentar solucionar o problema na elaboração de planos alimentares, como redes bayesianas, no estudo de Hsiao et al. (2011), lógica *fuzzy*, na ferramenta Leemoo (Ejtahed et al., 2013) e na ferramenta Nutri-Edu (Buisson, 2008) e também o método de otimização por enxame de partículas (*Particle Swarming Optimization*), como nos estudos de Chifu et al. (2017), para pacientes idosos e Fister et al. (2016), para atletas.

Outras ferramentas computacionais foram identificadas e suas características são apresentadas no Apêndice A. Entre elas destacam-se: CHEF (Hammond, 1986), Microdiet

(Bassham; Fletcher, 1988), ESOMP (Yang, 1989 apud Camargo, 1999), VIE-PNN (Horn et al., 1998), COOKER (Maranhão et al., 1996), JULIA (Hinrich; Kolodner, 1991), CAMP, PRISM e CAMPER (Petot et al., 1998), MIKAS (Kahn; Hoffmann, 2003), DietPal (Noah et al., 2004), MenuGene (Gaál et al., 2007), Planejamento de cardápios baseados em computador (Seljak, 2009), Algoritmo de otimização para planejamento de cardápios (Hernández-Ocaña et al., 2018).

Considerando as possíveis combinações de alimentos ao se elaborar planos alimentares, nutricionalmente adequados e satisfatórios, pode-se dizer que esse processo é um problema complexo, por duas razões: (i) existem vários problemas de restrições (preferências e recomendações nutricionais) que estão correlacionados; (ii) espaço de busca (conjunto de combinações possíveis de alimentos/preparações, considerando as características de cada refeição); e, (iii) características sensoriais, ou seja, combinações de alimentos/preparações, considerando compostos de sabor (Kinouchi et al., 2008; Ahn et al., 2011). Segundo Hernández-Ocaña et al. (2018) um plano alimentar adequado nutricionalmente é aquele que contempla até 23 alimentos/preparações, distribuídos nas refeições propostas.

A elaboração de cardápios é um problema de otimização combinatória e uma das formas de resolução desse problema é através da aplicação da técnica de algoritmo genético (AG), que trabalha com uma busca aleatória (Holland, 1975), como no estudo de Seljak (2009), gerando planos alimentares para pacientes com doença renal crônica. Um estudo mais recente que aplicou essa técnica foi o de Hernández-Ocaña et al. (2018), gerando planos alimentares para adultos saudáveis. Nos dois estudos, as abordagens propostas são para casos específicos, sendo pontuais para a geração de apenas um plano alimentar, considerando as restrições de cada situação apresentada e contemplando apenas 19 componentes no estudo Seljak (2009) ou 4 componentes no de Hernández-Ocaña et al. (2018).

No estudo de Seljak (2009), foram utilizadas duas bases de dados, os dados de CA com 800 alimentos crus da TCA Alemã Souci-Fachman-Kraut (MedPharm, 2018) e os dados de CA da TCA USDA com cerca de 8.000 alimentos (USDA, 2018), além de fatores de conversão (Bognar, 2002) para converter os alimentos crus em cozidos da TCA alemã. O plano alimentar proposto por esse estudo, apresentou 20 alimentos, divididos em 5 refeições, com porções expressas em gramas e não usuais para cada alimento apresentado: (i) café da manhã – 175 g de pão com baixo teor de proteína, 100 g de pimentões grelhados, 10 g de azeite, 150 g de amoras e 5 g de açúcar; (ii) 100 g creme de painço, 5 g de margarina diet e 100 g de peras

cozidas; (iii) almoço – 210 g de arroz cozido, 210 g de vitela assada com molho de vegetais, 170 g de salada de pepino e 90 g de muffin; (iv) lanche da tarde – 90 g de panqueca, 20 g de mel e 4 g de levedo, e; (v) jantar – 140 g de pão com baixo teor de proteína, 40 g de sour cream, 100 g de aspargos cozidos, 70 g de salada verde e 5 g de clara de ovo cozida. Observa-se que o plano alimentar apresentado está adequado para energia, macro e micronutrientes, situação essa viável, considerando a abrangência das bases de dados de CA utilizadas. Entretanto, o plano é monótono e inúmeras informações não estão claras, tais como as características sensoriais dos alimentos/preparações nas refeições propostas, a classificação dos alimentos como preparações (cozidos, assados, crus), bem como não descreve os alimentos/ingredientes utilizados e a presença ou ausência de açúcar, sal e temperos.

No estudo de Hernández-Ocanã et al. (2018), foi utilizada uma base de dados de CA limitada (300 alimentos). O plano alimentar apresentou 19 alimentos, divididos em 5 refeições, com porções usuais (unidade e xícara/copo) para cada alimento apresentado: (i) café da manhã – vitamina de morango, macarrão com atum, couve-flor cozida e framboesa; (ii) lanche da manhã – pão, framboesa e couve-flor cozida; (iii) almoço – água, batata frita, feijão cozido, frango com palma, tortilha de milho e maçã desidratada; (iv) lanche da tarde – biscoito, uva sem semente e cenoura crua ralada, e; (v) jantar – água, arroz vermelho e pepino cru. O objetivo do estudo foi apresentar um plano alimentar adequado para energia, carboidrato, proteína e lipídios, situação essa viável, apesar da monotonia mostrada nas refeições quanto a alimentos/preparações e características sensoriais. Nesse estudo os alimentos também foram classificados como preparações (cozidos, assados, crus), não estando descrito os alimentos/ingredientes utilizados e nem a presença ou ausência de açúcar, sal e temperos. Adicionalmente, o estudo não prevê o cálculo e adequação de fibra alimentar, vitaminas e minerais para o plano alimentar.

Nos estudos de Seljak (2009) e Hernández-Ocanã et al. (2018), a complexidade relacionada à solução do problema de elaboração de planos alimentares foi reduzida, pois em ambos os estudos foi considerado apenas um dia e não uma semana de plano alimentar, que seria o habitual quando se pensa na prescrição dietética do paciente/cliente. Da mesma forma, a adequação de energia, macro e micronutrientes para os planos alimentares gerados, se tornou facilitada, independentemente do número de componentes utilizados.

É importante destacar que ao se pensar em uma ferramenta computacional para elaboração de planos alimentares, esta deve considerar não apenas as recomendações

nutricionais inerentes ao plano alimentar, mas também todas regras que são consideradas ao se elaborá-lo — características do alimento (sazonalidade) e da preparação (ingredientes – com óleo, temperos, sal, açúcar, integral, refinado, desnatado, entre outros e formas de preparo), grupos de alimentos/preparações que compõe a refeição, regionalidade dos alimentos, cálculos por porções usuais, além de toda a *expertise* que o nutricionista utiliza ao fazer essa elaboração de forma manual, caso contrário esta será apenas uma calculadora nutricional.

Uma das técnicas utilizadas na implementação de sistemas de apoio à decisão é a de máquina de estados finito, mais especificamente na solução do problema de elaboração de planos alimentares, como é mostrado no estudo de Caballero-Ruiz et al. (2017), sistema de apoio à decisão *online* para pacientes com diabetes gestacional detectando a necessidade de insulina e ajustes na prescrição dietética.

1.10 Máquina de estados finito (MEF)

Máquina de estados finito (MEF) (*Finite State Machine – FSM*), ou também chamada de Máquina de Mealy (Mealy, 1955) e Máquina Moore (Moore, 1956) — é um modelo matemático composto por um conjunto de estados e um conjunto de regras de transição entre os estados; cujo objetivo é o de produzir um resultado (saída de dados) baseando-se no estado que se encontra e na entrada de dados. As saídas podem ser associadas às transições (Máquina de Mealy) ou aos estados (Máquina de Moore) (Anderson, 2006). Também é um método bem estabelecido de representar heurística dentro de uma situação lógica.

Gil (1962) define máquina de estados finito como modelos utilizados para representar o comportamento de um sistema por um número finito de estados e transições, tendo um estado ativado sempre em resposta a um evento de entrada, e esse evento pode ocasionar a mudança de estado e a produção de uma ação de saída.

Uma máquina de estados finito pode ser representada por um diagrama de transição; representado por um grafo, em que os nós são os estados e os arcos são as transições entre dois estados. Na Figura 9 é apresentado o ciclo de funcionamento de uma máquina de lavar de roupas, representando o início do processo (*estado inicial*) e a passagem por cada um dos ciclos (*regras de transição*). O estado ocioso representa a máquina de lavar roupas esperando o toque de ligar (botão liga/desliga), após o clique no botão, um sinal é disparado “sinal de ligar”, o ciclo para encher a máquina é de no máximo 10 minutos, após esse período um sinal é enviado

para iniciar o ciclo de lavagem. Assim, todos os estados são referentes a uma função da máquina de lavar roupas, com base em um sinal de início, uma ação e um sinal de término de cada ciclo.

As máquinas de estados finito são utilizadas em *situações* onde se faz necessário o controle e descrição do processo. O estado da máquina é definido pelas *situações* do processo; as condições para que uma nova situação seja atingida no processo, a partir do *estado inicial*, são representadas pelas *regras de transição*. Para que a máquina de estados possa funcionar é necessária a alimentação com *dados de entrada*, que serão utilizados na ativação das *regras de transição*. Os dados de saída são o resultado gerado durante a execução da máquina (Santos, 2004; Anderson, 2006).

Ao iniciar o processo, um dos estados da máquina de estados é marcado como *estado inicial*; a partir disso, a execução é iniciada com o estado inicial como *estado corrente*. Cabe ressaltar que um ou mais estados podem ser marcados como *estados finais*; se, ao término da execução da máquina de estados, o estado corrente corresponder a um dos *estados finais*, diz-se que a Máquina *aceita* a entrada que lhe foi submetida; caso contrário, é comum dizer que a Máquina *rejeita* a entrada. A cada iteração, a execução da máquina de estados ocorre da seguinte forma: (i) *dados de entrada* são lidos; (ii) as *regras de transição* que saem do *estado corrente* são aplicadas; (iii) caso alguma das regras tenha suas condições satisfeitas, ocorre uma transição, o *estado corrente* passa a ser o estado de chegada da transição efetuada; (iv) *dados de saída* são escritos (Santos, 2004; Anderson, 2006).

Figura 9 – Diagrama de transição de uma máquina de estados finito (MEF) para uma máquina de lavar de roupas.

Considerando o problema apresentado, elaboração de planos alimentos, com restrições e análise combinatória de alimentos/preparações para cada refeição, é necessária a implementação de uma ferramenta⁶, caracterizada como sistema especialista, que utiliza heurísticas para a elaboração de planos alimentares, além dos enunciados da “Lei da Nutrição”. Para executar as heurísticas, que são baseadas na *expertise* do nutricionista, a utilização da técnica máquina de estados finito parece ser a mais adequada. A inteligência da ferramenta proposta nesse estudo, está inserida dentro de cada estado. Os estados possuem regras de como são selecionados os alimentos/preparações de cada refeição. Um exemplo seria a escolha de uma bebida para o café da manhã. Neste caso, o estado referente ao café da manhã, possui uma regra que verifica se tal bebida se enquadra nesta refeição (horário da refeição) e se ela, junto com os demais alimentos/preparações da refeição em questão, segue as preferências do paciente/cliente e as configurações de restrições iniciais do nutricionista. Com isso, a ferramenta faz a seleção desta bebida, calculando com os demais alimentos/preparações da refeição, se a adequação de energia, macro e micronutrientes, está dentro de um intervalo aceitável.

⁶ A ferramenta proposta possui complexidade polinomial $O(n)$, ou seja, a complexidade é uma função polinomial do tamanho da entrada dos dados. $O(n)$ se refere às pesquisa necessárias para gerar os planos alimentares de forma sequencial (Garey et al., 1979; Cormen et al., 2009).

2. CONCLUSÕES

A sistematização do processo de tomada de decisão na consulta em nutrição e na elaboração de planos alimentares permitiu conhecer as dificuldades, falhas, desafios e incertezas que envolvem a tomada de decisão, bem como possibilitou conhecer as variáveis necessárias a esse processo, além da dinâmica envolvida na prática clínica do nutricionista.

A ferramenta computacional Nutri – Soluções inteligentes em nutrição, caracterizada como sistema especialista, foi implementada para gerar planos alimentares, utilizando a técnica de máquina de estados finito, a partir da *expertise* do nutricionista. Durante a implementação da ferramenta foram considerados aspectos relativos a adequação do plano alimentar quanto à composição centesimal, vitaminas e minerais, escolhas/preferências alimentares do paciente/cliente e características inerentes ao alimento/preparação.

A avaliação dos planos alimentares gerados, adequados quanto às recomendações nutricionais e preferências propostas, apresentou um nível de concordância de 89,7% pelos nutricionistas da área clínica, quanto aos itens avaliados. Resultados a partir de 85% de nível de concordância são considerados adequados por especialistas da área de computação e também pela literatura, corroborando o encontrado nesse estudo.

Dessa forma, a ferramenta proposta contribuirá com: (i) otimização do atendimento clínico, pois auxiliando na redução dos cálculos realizados, o nutricionista disponibilizará mais tempo da consulta em nutrição para atenção ao paciente/cliente; (ii) apoio à decisão, uma vez que os planos alimentares apresentarão maior probabilidade de estarem adequados quanto às recomendações nutricionais; (iii) adesão à prescrição dietética, pois os planos alimentares serão elaborados com base nas escolhas/preferências do paciente/cliente.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Anção MS, Cuppari L, Tudisco ES, Draibe SA, Sigulem DM. (2002). Programa de apoio à Nutrição – NutWin [programa de computador]. Versão 2.5 for Windows. São Paulo: Departamento de Informática em Saúde, Unifesp/EPM.
- AND. (2018). Nutrition and Dietetics' Nutrition Care Process and Model. [Página da Internet]. Disponível em: <https://www.eatrightpro.org/practice/practice-resources/nutrition-care-process/ncp-101>. Acesso em janeiro de 2018.
- Anderson JA. (2006). Automata Theory with Modern Applications. New York: Cambridge University Press.
- ASBRAN. (2014). Associação Brasileira De Nutrição. Manual Orientativo: sistematização do cuidado de nutrição – SISCNUT. [Arquivo de dados]. Disponível em: <http://www.asbran.org.br/arquivos/PRONUTRI-SICNUT-VD.pdf>. Acesso em julho de 2016.
- Atwater WO, Bryant AP. (1906). The chemical composition of american food materials. Farmers' Bulletin No. 28. U.S. Department of Agriculture. Washington. Disponível em: https://www.ars.usda.gov/ARSTUserFiles/80400530/pdf/hist/oes_1906_bul_28re.pdf. Acesso em julho de 2016.
- Atwater WO, Woods CD. (1896). The chemical composition of american food materials. Farmers' Bulletin No. 28. (Revised edition). U.S. Department of Agriculture. Washington. Disponível em: https://www.ars.usda.gov/ARSTUserFiles/80400530/pdf/hist/oes_1896_bul_28.pdf. Acesso em julho de 2016.
- Balintfy JL. (1964). Menu planning by computer. Communications of the ACM, 7(4), 255–259.
- Bassham S, Fletcher LR. (1988). Microcomputers and clinical dietetics. In: Horowitz C, Rozen P. (eds). Progress in diet and nutrition. Front. Gastrointest Res., 14, 17–23. doi.org/10.1159/000414743
- BDA. (2018). British Dietetic Association Nutrition and Dietetic Care process. [Página da Internet]. Disponível em: <http://www.rgu.ac.uk/979ED290-7EB7-11E3-8B2A0050568D00BF>. Consultado julho de 2018.
- Berner ES, La Lande TJ. (2007). Overview of Clinical Decision Support Systems. In: Berner ES (eds). Clinical decision support systems: theory and practice. 2. ed. New York: Springer.
- Biesemeier C, Chima CS. (1997). Computerized patient record: are we prepared for our future practice. J. Am. Diet. Assoc., 97(10):1099–1104. doi.org/10.1016/S0002-8223(97)00268-X
- Bognar A. (2002). Tables on weight yield of food and retention factors of food constituents for the calculation of nutrient composition of cooked foods (dishes). Disponível em:

- http://www.fao.org/uploads/media/bognar_bfe-r-02-03.pdf. Bognar, 2002. Acesso em julho de 2016.
- Brand Brasil. (2018). Sistema Brand de Dietoterapia – software de atendimento clínico. [Programa de computador].
- Brasil. (1991). Lei nº 8.234, 17 de setembro de 1991. [Arquivo de dados]. Regulamenta a profissão de Nutricionista e determina outras providências. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/1989_1994/L8234.htm. Acesso em julho de 2016.
- Brasil. (2005). Conselho Federal de Nutricionistas. Resolução CFN 380/2005 – Dispõe sobre a definição das áreas de atuação do nutricionista e suas atribuições, estabelece parâmetros numéricos de referência, por área de atuação, e dá outras providências. [Arquivo de dados]. Disponível em: http://www.cfn.org.br/wp-content/uploads/resolucoes/Res_380_2005.htm. Acesso em julho de 2016.
- Brasil. (2005). Conselho Federal de Nutricionistas. Resolução CFN 471/2005 – Dispõe sobre a definição das áreas de atuação do nutricionista e suas atribuições, estabelece parâmetros numéricos de referência, por área de atuação, e dá outras providências. [Arquivo de dados]. Disponível em: http://www.cfn.org.br/wp-content/uploads/resolucoes/Res_380_2005.htm. Acesso em julho de 2016.
- Brasil. (2018). Conselho Federal De Nutricionistas. Resolução CFN 600/2018 – Dispõe sobre a definição das áreas de atuação do nutricionista e suas atribuições, indica parâmetros numéricos mínimos de referência, por área de atuação, para a efetividade dos serviços prestados à sociedade e dá outras providências. Disponível em: http://www.cfn.org.br/wp-content/uploads/resolucoes/Res_600_2018.htm. Acesso em abril de 2018.
- Bredbenner C. (1988). Computer Nutrient Analysis Software Packages: Considerations for Selection. *Nutrition today*, 23(5):13–15.
- Bressani R. (1990). Report on Latinfoods. The United Nations University Press. Food and Nutrition Bulletin. Disponível em <http://www.unu.edu/unupress/food/8F122e/8F122E0a.htm>. Acesso em dezembro de 2014.
- Buchanan BG, Smith RG. (2003). Fundamentals of expert systems. *Annu. Rev. Comp. Sci.*, 3(1), 23–58. doi.org/10.1146/annurev.cs.03.060188.000323
- Bueche J, Charney P, Pavlinac J, Skipper A, Thompson E, Myers E, Lewis N, Smith E, Israel D, Beto J, Conkin CA, Zook-Weaver M, Geiger CJ. (2008). Nutrition care process part I: The 2008 update. *J. Am. Diet. Assoc.*, 108(7), 1113–1117. doi.org/10.1016/j.jada.2008.04.027
- Buisson, JC. (2008). Nutri-Educ, a nutrition software application for balancing meals, using fuzzy arithmetic and heuristic search algorithms. *Artif. Intell. Med.*, 42(3), 213–27. doi.org/10.1016/j.artmed.2007.12.001

- Buzzard M, Price KS, Warren RA. (1991). Considerations for selecting nutrient-calculation software: evaluation of the nutrient database. *Am. J. Clin. Nutr.*, 54(1), 7–9. doi.org/10.1093/ajcn/54.1.7
- Caballero-Ruiz E, García-Sáez G, Rigla M, Villaplana M, Pons B, Hernando ME. (2017). A web-based clinical decision support system for gestational diabetes: automatic diet prescription and detection of insulin needs. *Int. J. Med. Inform.*, 2, 35–49. doi.org/10.1016/j.ijmedinf.2017.02.014.
- Camargo KG. (1999) Inteligência artificial aplicada a nutrição na prescrição de planos alimentares. Dissertação (Mestrado). Centro Tecnológico, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.
- Carpenter KJ. (2003). A short history of nutritional science: Part 1 (1785–1885). *J. Nutr.*, 133, 638–45.
- Chen Y, Hsu C, Liu L, Yang S. (2012). Constructing a nutrition diagnosis expert system. *Expert. Syst. Appl.*, 39, 2132–2156. doi.org/10.1016/j.eswa.2011.07.069
- Chifu V, Bonta R, Chifu ES, Salomie I, Moldovan D. (2017). Particle Swarm Optimization Based Method for Personalized Menu Recommendations. In: Vlad S., Roman N. (eds) *International Conference on Advancements of Medicine and Health Care through Technology*; 12th - 15th October 2016, Cluj-Napoca, Romania. IFMBE Proceedings, vol 59. Springer, Cham. pp. 232–237.
- Church SM. (2006). The history of food composition databases. *Nutrition Bulletin*, 31(1), 15–20. doi.org/10.1111/j.1467-3010.2006.00538.x
- Ciora T, Angel I, Salmie I, Barakat L, Miles S, Reidlinger D, Tawel A, Dobre C, Pop F. (2018). Expert system for nutrition care process of older adults. *Future Gener. Comput. Syst.*, 80, 368–383. doi.org/10.1016/j.future.2017.05.037
- Coelho KS. (2008). Sistema especialista probabilística para o auxílio no manejo nutricional do paciente com diabetes mellitus, utilizando como terapia nutricional a contagem de carboidratos. Mestrado (Dissertação). Programa de Pós-graduação em Tecnologia em Saúde, Pontifícia Universidade Católica do Paraná.
- Colombani PC. (2011). On the origins of food composition tables. *J. Food Comp. Anal.*, 24(4-5), 732–737. doi.org/10.1016/j.jfca.2010.09.007
- Cuppari L, Anção MS. Uso de programas computadorizados na avaliação dietética. In: Fisberg RM, Slater E, Marchioni DML, Martini LA. (Eds.). *Inquéritos alimentares: métodos e bases científicos*. São Paulo: Manole; 2005. v.1.
- Degoulet P, Fieschi, M. (1997). *Introduction to Clinical Informatics: medical decision support systems*. New York: Springer-Verlag.

- Doina M, Laura G. (2015). Nutrition software for clinical dietitians: Patient management and nutrition care process guidance. *Procedia Soc. Behav. Sci.*, 191, 1665–1670. doi.org/10.1016/j.sbspro.2015.04.219
- Dollahite J, Franklin D, Mcnew R. (1995). Problems encountered in meeting the Recommended Dietary Allowances for menus designed according to the Dietary Guidelines for Americans. *J. Am. Diet. Assoc.*, 95(3), 341–347. doi.org/10.1016/S0002-8223(95)00087-9
- Eckstein EF. (1967). Menu planning by computer: the random approach. *J. Am. Diet. Assoc.*, 51(6), 529–533.
- EFDA. (2018). EFAD Professional Practice Committee (PPC), Report on Knowledge and use of a Nutrition Care Process & Standardised Language by Dietitians in Europe, 2012. [Página da Internet]. Disponível em: http://www.efad.org/media/1185/ncp_sl_report.pdf. Acesso em julho de 2018.
- Ejtahed HS, Sarsharzadeh MM, Mirmiran P, Asghari G, Yuzbashian E, Azizi F. (2013). Leemoo, a Dietary Assessment and Nutritional Planning Software, Using Fuzzy Logic. *Int. J. Endocrinol. and Metab. Disord.*, 11(4), e10169. doi.org/10.5812/ijem.10169
- Elazari Y, Bar-Chi D, Sinuany-Stern Z. (1985). Menu planning via computer simulation. *Comput. Environ. Urban. Syst.*, 10(2), 81–87.
- ENDEF/IBGE. (1977). Estudo Nacional de Despesas Familiares. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (ENDEF/IBGE). Tabela de composição de alimentos.
- EuroFIR. (2018). European Food Information Resource Network. Food Composition Database. [Página da Internet]. Disponível em: <http://www.eurofir.org/food-information/food-composition-databases-2/>. Acesso em janeiro de 2018.
- FAO. (1949). Food and Agriculture Organization. Food composition tables for international use. Roma, 1949. Disponível em: <http://www.fao.org/docrep/x5557e/x5557e00.htm>. Acesso em janeiro de 2016.
- Fister D, Fister I, Rauter S. (2016). Generating eating plans for athletes using the particle swarm optimization. *IEEE 2016 17th Int Symp Comput Intell Inform (CINTI)*, 193–198. doi.org/10.1109/CINTI.2016.7846402
- Fowler KD. (1986). Evaluating foodservice software: A suggested approach. *J. Am. Diet. Assoc.*, 86, 1224–7.
- Franco G. (1951). Tabela de composição química de alimentos. Rio de Janeiro: Serviço de Alimentação da Previdência Social.
- Frank GC. (1986). Guidelines for selecting a dietary analysis system. *J. Am. Diet. Assoc.*, 1(86), 72–75.

- Fromm B, Moore AN, Hoover LW. (1980). Computer-generated fiscal reports for food cost accounting. *J. Am. Diet. Assoc.*, 77, 170–8.
- Gaál B, Vassányi I, Kozmann G. (2007). Application of Artificial Intelligence for Weekly Dietary Menu Planning. In: Vaidya S., Jain L.C., Yoshida H. (eds.). *Advanced Computational Intelligence Paradigms in Healthcare-2. Studies in Computational Intelligence*, 65, 27–48. doi.org/10.1007/978-3-540-72375-2_3
- Galotra V, Ramachandran D, Singh H, Bajaj KK. (1991). Nutrition diet programme – An expert system. Artificial Intelligence Division National Informatics Centre, New Delhi, Índia, artigo não publicado.
- Ganeshan K, Farmer J. (1995). A menu preparation expert system. *Proceedings of the Fourth International Conference on the Practical Applications of Prolog*, Paris.
- Garg AX, Adhikari NKJ, McDonald H, Rosas-Arellano MP, Devereaux PJ, Beyene J, Sam J, Haynes RB. (2005). Effects of Computerized Clinical Decision Support Systems on Practitioner Performance and Patient Outcomes: A Systematic Review. *JAMA*, 293(10), 1223–1238. doi:10.1001/jama.293.10.12237
- Gaschnig J, Klahr, P, Pople H, Shortliffe E, Terry A. Evaluation of expert systems: issues and cases studies, Addison-Wesley, 1983 apud Lundsgaarde HP. Evaluating medical expert systems. *Soc. Sci. Med.*, 24(10), 805–819. org/doi/10.1016/0277-9536(87)90182-1
- Gibson RS, Charrondiére UR, Bell W. (2017). Measurement errors in dietary assessment using self-reported 24-hour recalls in low-income countries and strategies for their prevention. *Advances in Nutrition*, 8, 980–991. doi.org/10.3945/an.117.016980
- Gill A. (1962). *Introduction to the Theory of Finite-State Machines*. New York, McGraw-Hill.
- Glaser J, Henley DE, Downing G, Brinner KM & Personalized Health Care Workgroup of the American Health Information Community. (2008). Advancing Personalized Health Care through Health Information Technology: An Update from the American Health Information Community's Personalized Health Care Workgroup. *JAMIA*, 15(4), 391–396. doi.org/10.1197/jamia.M2718
- Greenfield H, Southgate DAT. (2003). Food composition data: Production, management and use. 2.ed. Food and Agriculture Organization of United Nations (FAO), Roma. [Arquivo de dados]. Disponível em: http://www.fao.org/fileadmin/templates/food_composition/images/FCD.pdf. Acesso em janeiro de 2016.
- Gruber TA. (1993). A translation approach to portable ontology specifications. *Knowledge Acquisition*, 5(2), 199–220. doi.org/10.1006/knac.1993.1008
- Hammond KJ. (1986). CHEF: A Model of Case-based Planning. In: *AAAI-86 Proceedings*, 267–271. [Arquivo de dados]. Disponível em:

<https://pdfs.semanticscholar.org/b920/45fb954070c990980cb3b60a83bbbd5baabe.pdf>. Acesso em julho de 2016.

- Hammond M, Myers EF, Trostler N. (2014). Nutrition care process and model: An academic and practice odyssey. *J. Acad. Nutr. Diet.*, 114(12), 1879–1894. doi.org/10.1016/j.jand.2014.07.032
- Haytowitz DB, Lemar LE, Pehrsson PR. (2009). USDA's Nutrient Databank System – A tool for handling data from diverse sources. *J. Food Comp. Anal.*, 22(5), 433–441. doi.org/10.1016/j.jfca.2009.01.003
- Hernández-Ocaña B, Chávez-Bosquez O; Hernández-Torruco J, Canul-Reich J, Pozoz-Parra P. (2018). Bacterial foraging optimization algorithm for menu planning. *IEEE Access*, 6, 8619–8629. doi.org/10.1109/access.2018.2794198
- Hinrichs TR, Kolodner JL. (1991). The Roles of Adaptation in Case-Based Design. In: *Proceedings of the 9th National Conference on Artificial Intelligence*, Anaheim, CA, USA, 28–33. [Arquivo de dados]. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/221604768_The_Roles_of_Adaptation_in_Case-Based_Design. Acesso em julho de 2016.
- Hogge LB, Michael MA, Houston SM, Ayres EJ. (2006). Nutrition Informatics. *J. Am. Diet. Assoc.*, 1(106), 134–139. doi.org/10.1016/j.jada.2005.10.025
- Holland JH. (1975). *Adaptation in natural and artificial systems: An introductory analysis with applications to biology, control, and artificial intelligence*. U Michigan Press.
- Hoover LW, Meylor DJ. (1976). Clinical dietitians use computer-generated worksheet. *J. Am. Diet. Assoc.*, 69, 404–5.
- Horn W, Popow C, Mikch S, Seyfang A. (1998). Quicker, more accurate nutrition plans for newborn infants. *IEEE Intelligent Systems*, 13(1), 65–69. doi.org/10.1109/5254.653226
- Hsiao M, Yeh Y, Hsueh SP, Lee S. (2011). Intelligent Nutrition Service for Personalized Dietary. Guidelines and Lifestyle Intervention. 2011 International Joint Conference on Service Sciences (IJCSS 2011). <https://doi.org/10.1109/IJCSS.2011.11>
- Hsu CY, Huang LC, Chen TM, Chen LF, Chao JC. (2011). A web-based decision support system for dietary analysis and recommendations. *Telemed. J. E. Health*, 17(2), 68–75. doi.org/10.1089/tmj.2010.0104
- IBGE. (2011). Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Tabelas de Composição Nutricional dos Alimentos Consumidos no Brasil. Pesquisa de Orçamentos Familiares 2008-2009. Rio de Janeiro: IBGE. [Arquivo de dados]. Disponível em: <https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv50002.pdf>. Acesso em julho de 2016.
- Karanikolas NN. (2104). Knowledge and information in nutrition software design. *Procedia Soc. Behav. Sci.*, 147, 398–404. doi.org/10.1016/j.sbspro.2014.07.118

- Kennedy ET, Ohls J, Carlson S, Fleming K. (1995). The Healthy Eating Index: design and applications. *J. Am. Diet. Assoc.*, 95(10), 1103–1109.
- Khan AS, Hoffmann A. (2003). Building a case-based diet recommendation system without a knowledge engineer. *Artif. Intell. Med.*, 2(27), 155–179. doi.org/10.1016/S0933-3657(02)00113-6
- Köning J. (1879). *Chemie der menschlichen Nahrungs-und Genussmittel Erster Theil. Chemische Zusammenstzung der menschlichen Nahrungs-und Genussmittel.* Berlin.
- Lacey K, Pritchett E. (2003). Nutrition care process and model: ADA adopts road map to quality care and outcomes management. *J. Am. Diet. Assoc.*, 103(8), 1061–1072. doi.org/10.1053/jada.2003.50564
- Lancaster LM. (1992). The history of the application of mathematical programming to menu planning. *Eur. J. Operat. Res.*, 3(57), 339–347. doi.org/10.1016/0377-2217(92)90345-A
- Landabure, PB. (1968). Pedro Escudero: his thoughts, his doctrine and his works. *Prensa Med. Argentina*, 55(41), 1983–1989.
- Lee (2005). Establishing and studying the model of nutritional diagnosis (DOH94-TD-F-113-047) apud Chen Y, Hsu C, Liu L, Yang S. Constructing a nutrition diagnosis expert system. *Expert. Syst. Appl.*, 39, 2132–2156. doi.org/10.1016/j.eswa.2011.07.069
- Lee RD, Nieman DC, Rainwater M. (1995). Comparison of eight microcomputer dietary analysis programs with the USDA nutrient data base for standard reference. *J. Am. Diet. Assoc.*, 8(95), 858–867. doi.org/10.1016/S0002-8223(95)00240-5
- Lenoir-Wijnkoop I, Jones P, Uauy R, Segal L, Milner J. (2013). Nutrition economics – food as an ally of public health. *British Journal of Nutrition*, 109(5), 777–784. doi.org/10.1017/S0007114512005107
- Maranhão AS, Lima CAG, Reis RQ, Vicari SR, Leilo BF. (1996). COOKER, um Consultor para Elaboração de Cardápios. II Congreso Argentino de Ciencias de la Computación, p.338–348. Disponível em: http://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/24196/Documento_completo.pdf?sequence=1. Acesso em julho de 2018.
- Marin HM. (2010). Health information system: general considerations. *J. Health Inform.*, 1(2), 20–24. Disponível em: <http://www.jhi-sbis.saude.ws/ojs-jhi/index.php/jhi-sbis/article/viewFile/4/52>. Acesso em julho de 2016.
- Marling CR, Petot GJ, Sterling LS. (1999). Integrating case-based and rule-based reasoning to meet multiple design constraints. *Computational Intelligence*, 3(15), 308–332. doi.org/10.1111/0824-7935.00095

- Martínez Steele, E., Baraldi, L. G., Louzada, M. L. da C., Moubarac, J.-C., Mozaffarian, D., & Monteiro, C. A. (2016). Ultra-processed foods and added sugars in the US diet: evidence from a nationally representative cross-sectional study. *BMJ Open*, 6(3), e009892. <http://doi.org/10.1136/bmjopen-2015-009892>
- Massad M, Menezes RX, Silveira PSP, Ortega NRS. (2004). *Métodos Quantitativos em Medicina*. Barueri: Manole.
- Mealy GH. (1955). A Method for Synthesizing Sequential Circuits. *Bell System Tech. J.*, 34, 1045–1079.
- Medlock S, Wyatt JC, Patel VL, Shortliffe EH, Abu-Hanna A. (2016). Modeling information flows in clinical decision support: key insights for enhancing system effectiveness, *JAMIA*, 23(5), 1001–6. doi.org/10.1093/jamia/ocv177
- MedPharm. (2018). Souci-Fachman-Kraut Food Composition and Nutrition Tables – Online Database. [Página da Internet]. Disponível em: <<https://www.sfk.online/#/home>. Acesso em janeiro de 2018.
- Mendez MHM, Derivi SCN, Rodriguez MCR, Fernandes ML. (1995) Tabela de composição de alimentos. Rio de Janeiro: EDUFF.
- Menezes EW, Giuntini EB, Lajolo FM. (2003). A questão da variabilidade e qualidade de dados de composição de alimentos. *RASBRAN*, 26, 63–76.
- Menezes EW, Goncalves FAR, Giuntini EB, Lajolo FM. (2002). Brazilian food composition database: Internet dissemination and others recent developments. *J. Food Compos. Anal.*, 15, 453–564. doi.org/10.1006/jfca.2002.1083
- Menezes EW, Marchioni DML, Giuntini EB, Coelho KS, Grande F, Carli E, Sichieri R, Purgatto E, Franco BDGM, Lajolo FM. (2017, October). Elaboration of a database for Brazilian nutrient intake evaluation. In: Oral presentation at the 12th International Food Data Conference. Buenos Aires, Argentina.
- Monteiro JBR, Esteves EA. (2012). DietPRO: Sistema de suporte à avaliação nutricional e prescrição de dietas. [Programa de computador]. Versão 5.5i. A. S. Sistemas.
- Moore EF. (1956). Gedanken-experiments on sequential machines. *Automata studies, Annals of Mathematics studies*, no. 34, Princeton University Press, Princeton. pp. 129–153
- Mota JF, Rinaldi AEM, Pereira AF, Maestá N, Scarpin MM, Burini RC. (2008). Adaptação do índice de alimentação saudável ao guia alimentar da população brasileira. *Rev. Nutr.*, 21(5), 545–552. doi.org/10.1590/S1415-52732008000500007
- Noah SAM, Abdullah SNS, Shahr S, Abdul-Hamid H, Khairudin N, Yusoff M, Ghazali R, Mohd-Yusoff N, Shafii NS, Abdul-Manaf Z, Stumbo PJ, Weiss R. (2004). DietPal: A Web-Based Dietary Menu- Generating and Management System. *J. Med. Internet Res.*, 6(1):e4. <http://doi.org/10.2196/jmir.6.1.e4>

- Pennington JAT. (2008). Applications of food composition data: Data sources and considerations for use. *J. Food Comp. Anal.*, 21, S3–S12. doi.org/10.1016/j.jfca.2007.02.005
- Percy PF, Vaquelin NL. (1818). Sur la qualité nutritive des aliments comparé entre eux. *Bulletin of the Faculty of Medicine*, 6, 75–86.
- Petot GJ, Marling C, Sterling L. (1998). An Artificial Intelligence System for Computer-Assisted Menu Planning. *J. Am. Diet. Assoc.*, 98, 1009–1014. doi.org/10.1016/S0002-8223(98)00231-4
- Philippi ST. (2001). Tabela de Composição Centesimal: suporte para decisão nutricional. Brasília: Anvisa, FInatec/NUT-Unb.
- Philippi ST. (2012). Virtual Nutri Plus. [Programa de computador]. Versão 1.0 for Windows. São Paulo: SP, 2012.
- Philippi ST. (2016). Tabela de Composição Centesimal: suporte para decisão nutricional. 5. ed. ver. e atual. São Paulo: Manole.
- Rabuske RA. (1995). Inteligência Artificial. Florianópolis: Ed. da UFSC.
- Reinstein CS. (2011). dietWin Profissional Plus. [Programa de computador]. Versão 1.0 for Windows. Porto Alegre.
- Russel S, Norvig P. (2013). Inteligência artificial. Rio de Janeiro: Elsevier.
- Santos LG. (2004). Máquinas de estados hierárquicas em jogos eletrônicos. Dissertação (mestrado). Departamento de Informática, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro.
- Schutzer D. (1987). Artificial Intelligence – An Applications-Oriented Approach. New York: Van Nostrand Reinhold Company.
- Seay R. (1996). Spreadsheet for calculating nutritional intake in pediatric patients. *Am J Health Syst Pharm*, 53, 663–7.
- Seljak B.K. (2010) Computer-Based Dietary Menu Planning: How to Support It by Complex Knowledge? In: Setchi R., Jordanov I., Howlett R.J., Jain L.C. (eds) Knowledge-Based and Intelligent Information and Engineering Systems. KES 2010. Lecture Notes in Computer Science, vol 6276. Springer, Berlin, Heidelberg. doi.org/10.1007/978-3-642-15387-7_62
- Seljak BK. (2004). Evolutionary balancing method of health meals. *Informatica*, 28, 359–364. [Arquivo de dados]. Disponível em: <https://www.dlib.si/stream/URN:NBN:SI:DOC-T6SWAJC8/5865d39d-4bc8-463e-aafa-d99e955f0cca/PDF>. Acesso em julho de 2016.
- Seljak BK. (2009). Computer-based dietary menu planning. *J Food Compos Anal*, 22(5), 414–420. doi.org/10.1016/j.jfca.2009.02.006

- Shim JP, Warkentin M, Courtney JF. (2002). Past, present, and future of decision support technology. *Decision Support Systems*, 33, 111–126.
- Shortliffe EH, Barnett GO. (2014). Biomedical data: their acquisition, storage and use. In: Shortliffe EH, Cimino JJ. (eds.) *Biomedical informatics: Computer applications in health care and biomedicine*. 4. ed. Springer-Verlog: London.
- Shortliffe EH, Blois MS. (2001). The Computer Meets Medicine and Biology: Emergence of a Discipline. In: Shortliffe EH, Cimino JJ. (Eds.). *Medical Informatics: Computer Applications in Health Care and Biomedicine*. 2. ed. New York: Springer.
- Shortliffe EH, Cimino JJ. (2006). *Biomedical informatics. Computer applications in health care and biomedicine*. 3. ed. New York: Springer Science+Business Media.
- Skouroliakou M, Kakavelaki C, Diamantopoulos K, Stathopoulou M, Vourvouhaki E, Souliotis K. (2009). The development and implementation of a software tool and its effect on the quality of provided clinical nutritional therapy in hospitalized patients. *JAMIA*, 16(6), 802–805. doi.org/10.1197/jamia.M2894
- Smith VE. (1959). Linear Programming Models for the Determination of Palatable Human Diets. *Journal of Farm Economics*, 31, 272–283.
- Somogyi JC. (1974). National food composition tables. In: Southgate DAT (Ed.). *Guidelines for the preparation of tables of food composition*. pp. 1–5.
- Stein K. (2011). It all adds up: Nutrition analysis software can open the door to professional opportunities. *J Am Diet Assoc*, 111, 214–218. doi.org/10.1016/j.jada.2010.12.008
- Stumbo, P. (2008). Considerations for selecting a dietary assessment system. *J Food Comp Anal*, 21(Suppl 1), S13–S19. doi.org/10.1016/j.jfca.2007.07.011
- TACO. (2011). Tabela Brasileira de Composição de Alimentos/NEPA – Unicamp. Campinas: Nepa-Unicamp. [Arquivo de dados]. Disponível em: <http://www.nepa.unicamp.br/taco/index.php>. Acesso em julho de 2016.
- TBCA. (2017). Tabela Brasileira de Composição de Alimentos. Universidade de São Paulo (USP). *Food Research Center (FoRC)*. Versão 6.0. São Paulo, 2017. Consultado em novembro de 2017. Disponível em: <http://fcf.usp.br/tbca/>.
- USDA. (2018). United States Department of Agriculture, Agriculture Research Service, USDA Nutrient Data Laboratory. *USDA Food Composition Databases*. [Página da Internet]. Consultado em janeiro de 2018. Disponível em: <https://ndb.nal.usda.gov/ndb/>. Acesso em janeiro de 2018.
- Vozenilek GP. (1999). Choosing the best nutrient analysis software for your needs. *J Am Diet Assoc*, 99(11), 1356–7.

- WHO. (2003). World Health Organization. Diet, nutrition and the prevention of chronic diseases. Geneva: WHO.
http://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/42665/WHO_TRS_916.pdf?sequence=1.
 Acesso em julho de 2016.
- WHO. (2014). World Health Organization. Global status report on noncommunicable diseases 2014. 1.Chronic Disease - prevention and control. 2.Chronic Disease - epidemiology. 3.Chronic Disease - mortality. 4.Cost of Illness. 5.Delivery of Health Care. I.World Health Organization. 2014. Disponível em:
http://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/148114/9789241564854_eng.pdf?sequence=1. Acesso em julho de 2018.
- Yang N. (1989). An expert system on menu planning. M.S. Thesis. Department of computer engineering and science, Case Western Reserve University, Cleveland. apud Camargo KG. (1999). Inteligência Artificial Aplicada a Nutrição na Prescrição de Planos Alimentares. Dissertação (Mestrado). Centro Tecnológico, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.
- Youngwirth J. (1983). The evolution of computers in dietetics: A review. J. Am. Diet. Assoc., 82:62-7.

APÊNDICE A – Ferramentas computacionais utilizadas na elaboração de planos alimentares.

AUTOR	ANO	TÉCNICA UTILIZADA	OBJETIVO	CONSIDERAÇÕES	RESULTADOS	CONCLUSÕES
Balintfy	1964	Programação linear	Elaborar planos alimentares saudáveis.	Satisfação do cliente quanto à variedade, sabor e custo, além de elaborar planos alimentares apetitosos.	Conseguiu controlar as características sensoriais, mas não conseguiu resolver o problema da monotonia.	Não conseguiu considerar necessidades nutricionais, sem o plano alimentar ficar monótono.
Eckstein	1967	Método matemático de abordagem aleatória	Simular o processo de escolha dos alimentos na elaboração de planos alimentares	Diversos fatores foram considerados (alimento cru, custo, cor, textura, forma, sabor, aroma, calorias), para montagem da refeição: proteínas (carne), carboidrato (amido), acompanhamento (verduras), saladas, sobremesas, pão e bebidas.	Em cada categoria, um alimento foi selecionado aleatoriamente e avaliado de acordo com as respectivas restrições. Critérios de avaliação propostos: custo, cor, textura, forma, calorias, variedade e aceitabilidade. Sistema interagiu até que cada item atendesse aos critérios estabelecidos	Cada refeição apresentava o mesmo padrão e não foi efetuado um amplo estudo sobre as combinações entre os alimentos.
Elazari et al.	1985	—	Planejar planos alimentares para um asilo de pacientes com problemas mentais.	Cada plano alimentar diário era composto por 6 refeições (café da manhã, almoço, jantar e três lanches) e cada refeição apresentava uma estrutura própria, por exemplo, o almoço era constituído de sopa, alimento proteico, alimento fonte de carboidratos, verduras cozidas, cruas ou em conserva, sobremesa e pão.	Os planos alimentares gerados foram avaliados quanto à adequação das necessidades nutricionais, sendo aceitos ou rejeitados. O sistema era capaz de gerar novas sugestões de planos alimentares para repor os que foram rejeitados.	—

AUTOR	ANO	TÉCNICA UTILIZADA	OBJETIVO	CONSIDERAÇÕES	RESULTADOS	CONCLUSÕES
Hammond	1986	Raciocínio Baseado em Casos	Planejar receitas – CHEF.	O problema de entrada do sistema é um conjunto de objetivos que devem ser atendidos e a solução é composta por sugestões de receitas.	Planos alimentares com sucesso são acessadas para criar novos planos. Planos alimentares com fracasso são usados para alertar o planejador de problemas iminentes. Planos alimentares de reparo são acessados para orientar o planejador a lidar com problemas.	—
Bassham et al.	1984	Regras de produção	Auxiliar a elaboração de planos alimentares para dietas especiais (hospitais e profissionais de Nutrição – Grã-Bretanha)	—	—	—
Yang	1989	Regras heurísticas e Restrição numérica	Elaborar planos alimentares para dietas com restrição severa de proteína – ESOMP (<i>Expert System on Menu Planning</i>).	Trabalhou com dois tipos de restrição: nutricional e preferência. Problemas de restrição nutricional encontrados: valor energético, proteína e fósforo. Grupos de trocas alimentares foram criados para atender as especificações nutricionais. Características sensoriais, preferências alimentares e necessidade de variedade ao longo do dia.	Permitiu a seleção de alimentos a partir de listas construídas individualmente. Variedade foi comprometida devido às restrições que limitavam a repetição dos alimentos.	Os planos alimentares gerados atendiam às necessidades nutricionais, mas não atendiam um padrão, pois não havia combinação entre os alimentos.

AUTOR	ANO	TÉCNICA UTILIZADA	OBJETIVO	CONSIDERAÇÕES	RESULTADOS	CONCLUSÕES
Hinrich; Kolodner	1991	Raciocínio Baseado em Casos	Elaborar planos alimentares para usuários de coletividade – JULIA.	Os problemas são as restrições alimentares e a solução é a satisfação das restrições	Capacidade de adaptação às situações apresentadas.	—
Galotra et al.	1991	Prolog	Planejamento de planos alimentares terapêuticos (Índia).	Utilizou métodos de pesquisa para combinar necessidades nutricionais, alimentos específicos e regras heurísticas para converter os alimentos em cardápios completos	—	—
Ganeshan; Farmer	1995	Prolog	Planejamento de planos alimentares para uma empresa de alimentação coletiva (catering), na Austrália.	—	—	—
Marling et al.	1996	Raciocínio Baseado em Casos	Prescrever planos alimentares e receitas para população adulta sadia – CAMP (<i>Case-based Menu Planning</i>).	.Utiliza planos alimentares antigos, compilados a partir de fontes científicas e modificados para satisfazer as <i>DRI</i> e características sensoriais.	Os planos alimentares gerados pelo CAMP baseiam-se nos nutrientes, tipo de porções e número de lanches.	Base de dados composta por 84 planos alimentares diários, validados por profissionais de Nutrição, revisados quanto à adequação das necessidade diárias e sensoriais, mas sem considerar preferências individuais.

AUTOR	ANO	TÉCNICA UTILIZADA	OBJETIVO	CONSIDERAÇÕES	RESULTADOS	CONCLUSÕES
Marling et al.	1996	Regras de Produção	Elaboras planos alimentares e receitas para população adulta sadia – PRISM (<i>Pattern Regulation for the Intelligent Selection of Menu</i>).	Trabalhou com dois tipos de conhecimento: composição nutricional dos alimentos e estrutura dos cardápios. As regras estão principalmente preocupadas com os cardápios e o padrão das refeições.	Banco de dados com tipo de alimento, lista de ingredientes, frequência permitida e lista de substituição.	Planos alimentares restritos à um padrão de refeição (energia e cálcio), bem como necessidade de variedade dos alimentos.
Maranhão et al.	1996	Frames e Regras de Produção	Consultor elaboração de planos alimentares – Cooker, Universidade Federal do Rio Grande do Sul.	Auxilia o trabalho de nutricionistas na montagem de planos alimentares, bem como a organização de eventos, onde a adequação dos planos se faz necessária.	Monta refeições baseado em critérios: planos alimentares disponíveis, clima, grau de formalidade da ocasião e restrição calórica.	—
Horn et al.	1998	Regras de Produção	Prescrever dietas parenterais para recém-nascidos – VIE-PNN, Universidade de Viena.	Este sistema possui uma arquitetura em HTML para possibilitar a conexão entre os médicos.	—	—
Marling et al.	1998	Raciocínio Baseado em Casos e Regras de Produção	Prescrever planos alimentares e receitas para população adulta sadia – CAMPER.	Ampliou a população beneficiada, prescrevendo cardápios e receitas a populações sadias ou não.	Banco de dados com 608 itens alimentares, com a descrição da função que alimento pode cumprir. Cardápio inicial que atenda às necessidades através da combinação de alimentos.	Construção de novos casos para melhora do desempenho do sistema ao longo do tempo.

AUTOR	ANO	TÉCNICA UTILIZADA	OBJETIVO	CONSIDERAÇÕES	RESULTADOS	CONCLUSÕES
Noah et al.	2004	Linguagem de programação ASP	Gerador de planos alimentares via web para pacientes – DietPal, na Malásia.	Esse sistema possui recursos inteligentes para gerar para planos alimentares que atendam às exigências energéticas e nutricionais do paciente, além da capacidade de armazenar e recuperar dados históricos relacionados a um paciente, a fim de acompanhar a evolução de cada paciente com base no plano sugerido.	Compostos por bancos de dados: Composição de Alimentos e Planos alimentares para doenças específicas.	Não considera preferências alimentares, pois trabalha com planos alimentares padrão e listas de substituição.
Gaál; Vassányi; Kozman	2007	Algoritmos genéticos	Gerador de planos alimentares via web (MenuGene), baseado no sistema de aconselhamento de estilo de vida Cordelia, que presta assessoria personalizada para prevenir doenças cardiovasculares.	Os planos alimentares são gerados a partir de dados coletados de prontuários médicos, geralmente combinados com orientações nutricionais.	O gerador utiliza a metodologia de algoritmo genético para gerar os planos alimentares. Esse método computacional consegue gerar planos alimentares que satisfaçam às limitações nutricionais, além de fornecer um subsídio para ajustar a variedade e a harmonia dos planos alimentares.	—

AUTOR	ANO	TÉCNICA UTILIZADA	OBJETIVO	CONSIDERAÇÕES	RESULTADOS	CONCLUSÕES
Seljak	2009	Algoritmos genéticos	Gerador de planos alimentares para pacientes com doença renal crônica.	São consideradas as restrições alimentares pertinentes à doença (componentes alimentares), para a geração dos planos alimentares.	A elaboração dos planos alimentares considera várias características relacionadas ao alimento (qualidade do alimento, custo, sabor, consistência, cor, temperatura, formato, método de preparo) garantindo variedade dos cardápios gerados.	Plano alimentar apresentado foi adequado para energia, macro e micronutrientes (19 componentes), apresentando alimentos com porções não usuais. Não demonstra as características sensoriais do alimentos/preparações no plano alimentar.
Hernandez-Ocanã et al.	2018	Algoritmos genéticos	Gerador de planos alimentares para adultos saudáveis.	—	Planos alimentares para casos fictícios de adultos saudáveis, com adequação para energia e macronutrientes.	Plano alimentar apresentado foi adequado para energia e macronutrientes (4 componentes), apresentando alimentos com porções usuais. Não demonstra as características sensoriais do alimentos/preparações no plano alimentar.