

Syem – Sistema de Acompanhamento Nutricional

Luiza Mendes Fonseca Ferreira Neta

IFPI –

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do
Piauí

Teresina, PI, Brasil

luizamffn@gmail.com

Valéria Oliveira Costa

IFPI –

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do
Piauí

Teresina, PI, Brasil

valeria@ifpi.edu.br

ABSTRACT

This article introduces Syem, a nutritional monitoring system that aims to facilitate the work of nutritionists and help the patient to follow and maintain a diet. The system has two parts: one that will be used by the nutritionist and another for use by patients. To help the dietitian develop the patient's diet Syem uses genetic algorithms to generate meals through parameters specified by the dietitian. The patient receives the diet prepared by the nutritionist through the app and there he can also track their progress.

KEYWORDS

food, patient, nutritionist, diet, genetic algorithms

1 INTRODUÇÃO

Segundo a Organização Mundial de Saúde (OMS), doenças crônicas como hipertensão e diabetes são responsáveis por 63% dos óbitos no mundo [1]. Porém, segundo Neumark-Sztainer et al [2] estas doenças podem ser prevenidas com hábitos alimentares saudáveis adotados ainda na adolescência.

Uma alimentação balanceada que atenda a todos os requisitos nutricionais de uma pessoa, pode ser definida por um profissional de nutrição [3]. É necessário que as refeições contenham os nutrientes, ajustados a necessidade de cada indivíduo [3]. É importante também que não haja consumo excessivo de um determinado nutriente em relação aos outros, pois isso pode trazer problemas para a saúde [3].

Com o intuito de ajudar profissionais da área da saúde existe um conceito chamado de mHealth (mobile health) que consiste no uso de práticas médicas e de saúde auxiliadas por aparatos portáteis, como smartphones, assistentes pessoais digitais (PDA's) e aparelhos sem fio, sendo reconhecido e incentivado pela Organização das Nações Unidas (ONU) [4]. O uso adequado de aplicativos, que tenham informações sobre cuidados a saúde e que sejam orientados por profissionais da área de saúde, funciona como estratégia terapêutica para o acompanhamento de quadros patológicos e monitoramento de medidas de tratamento [5]. Estes aplicativos motivam a

mudança de comportamento dos seus usuários através dos acompanhamentos dos resultados [6].

Para aliar os benefícios da tecnologia aos da alimentação balanceada este trabalho apresenta uma solução mHealth de apoio à nutrição denominada Syem. O desenvolvimento dessa solução foi baseado em um estudo de caso sobre o trabalho de uma nutricionista em um ambiente escolar. Para isso foi realizada uma pesquisa exploratória com os pacientes e com a nutricionista. Através dessa pesquisa foi possível constatar as dificuldades que os pacientes enfrentam para cumprir a dieta.

A solução desenvolvida tem como objetivo ajudar tanto paciente quanto nutricionista. No que diz respeito ao paciente, o Syem visa ajudá-lo a seguir e manter a dieta. Quanto ao nutricionista, o Syem auxilia o nutricionista a montar as refeições específicas para cada indivíduo. Esta montagem pode ser manual ou automática. A montagem manual é feita pela própria nutricionista, enquanto a automatizada é feita utilizando algoritmos genéticos. Estes algoritmos respeitam os parâmetros passados pela nutricionista e geram refeições que atendam as necessidades nutricionais diárias de um indivíduo.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Nesta seção serão apresentados os conceitos relacionados a nutrição, base de dados dos alimentos e algoritmos genéticos que foram utilizados no sistema para gerar o plano nutricional, ou seja montar as refeições do paciente.

2.1 NUTRIÇÃO

Segundo Cuppari [7], nutrição é a ciência que estuda os alimentos, seus nutrientes, a sua influência na saúde e doença, além das etapas que o alimento sofre dentro do organismo, desde a ingestão até sua eliminação. Os nutrientes são classificados em macronutrientes (proteínas, lipídios e carboidratos) e micronutrientes (cálcio, ferro, fósforo e outros) [8]. De acordo com [3] 01 grama de proteína, carboidrato e lipídio fornecem respectivamente 04, 04 e 09 calorias. Esses nutrientes serão importantes no decorrer deste trabalho.

2.2 BASE DE DADOS DOS ALIMENTOS

Dentre as funcionalidades do Syem a principal é a criação do plano nutricional (manual ou automatizado). Para que estas funcionalidades alcancem seus objetivos, o Syem usa as seguintes tabelas: a) Tabela de Composição Nutricional dos Alimentos [9] e b) Tabela Brasileira de Composição de Alimentos (TACO) [10]. Estas tabelas juntas fornecem informações sobre os alimentos, seus grupos, suas preparações, medidas caseiras, calorias, quantidade de macronutrientes e micronutrientes. Estas informações são importantes para calcular os nutrientes e calorias das refeições.

2.3 ALGORITMOS GENÉTICOS

Algoritmos genéticos (GA) podem ser definidos como uma técnica de busca baseada no processo biológico de evolução natural [11]. Estes algoritmos utilizam técnicas heurísticas, ou seja, tendem a encontrar a solução ótima ou ficar bem próximos dela [12].

Em GA o termo indivíduo faz uma analogia ao termo cromossomo utilizado na biologia [12]. O algoritmo funciona da seguinte maneira: Inicialmente, uma população de indivíduos é criada [13]. Esta é considerada a primeira geração, seu tamanho deve ser grande o bastante para gerar diversidade e não deve ser tão grande a ponto de tornar o programa excessivamente lento [13]. Em seguida, os indivíduos da população são submetidos à troca de informação genética através de operadores genéticos como: seleção, recombinação (crossover) e mutação [12]. A seleção escolhe os pais que irão compor a próxima geração. A recombinação consiste na troca de material genético entre os pais selecionados e a mutação é a alteração de uma característica desses pais por outra [14]. Cada indivíduo da nova geração será submetido a uma função de avaliação que quantifica a qualidade da sua solução em relação ao problema e o que liga o GA ao problema ser resolvido [12].

3 TRABALHOS RELACIONADOS

Neste trabalho os sistemas nutricionais foram classificados quanto a sua forma de geração do plano nutricional em manuais ou automatizados. Dentre os sistemas que geram o plano nutricional de forma manual temos: DietBox¹, Nutrium², Nutripad³. Assim como o Syem estes sistemas possuem uma versão web disponível para o nutricionista com as seguintes funcionalidades: agendamento de consulta, elaboração do plano alimentar e envio de mensagem para o paciente. Diferente destes sistemas o Syem também possibilita ao nutricionista a geração automatizada do plano nutricional de acordo com as necessidades do paciente.

Os sistemas anteriormente mencionados e o Syem possuem uma versão mobile disponível para os pacientes com as seguintes funcionalidades: ver o plano nutricional, exibir avaliações nutricionais e conversar com a nutricionista. O DietBox possui também uma versão web para recepcionista

no qual ela pode cadastrar os pacientes e agendar consultas. Como o Syem foi feito para um estudo de caso específico, no qual a nutricionista não possui atendente, nele esta funcionalidade é operacionada pela própria nutricionista.

Como exemplos de sistemas que geram plano nutricional de forma automatizada temos o Pró-Dieta [15] e Pró-Saúde [16]. Ambos possuem uma versão para desktop. Eles geram planos nutricionais utilizando algoritmos genéticos através de parâmetros definidos pela nutricionista. Os parâmetros são: percentual de nutrientes, quantidade de calorias total, quantidade de calorias de cada refeição e os grupos de alimentos referente a cada refeição. O Syem possui a mesma funcionalidade porém possui uma interface web.

4 METODOLOGIA

Foram realizadas entrevistas com uma nutricionista de ambiente escolar para conhecer e entender o seu trabalho. Já aos seus pacientes, foi aplicado um questionário com questões exploratórias a uma amostra de 30 pacientes. Esta etapa serviu para identificar os principais problemas enfrentados por eles para manter a dieta. A partir das informações coletadas foram elaborados os requisitos do sistema.

Para validar as refeições geradas automaticamente pelo sistema foram coletados sete planos nutricionais feitos pela nutricionista de forma manual. Para cada plano coletado, o Syem gerou dois de forma automática: o primeiro a partir da tabela do IBGE e o segundo a partir de uma tabela montada pela nutricionista. Na geração foram usados parâmetros referentes aos valores do plano coletado como: total de calorias, percentual de cada refeição, grupos alimentares correspondentes e percentual de macronutrientes. Na geração foi permitida uma variação dos macronutrientes de 5% para mais ou para menos nos valores dos parâmetros. Em seguida, os planos gerados foram avaliados pela nutricionista.

5 SYEM

O Syem tem como objetivo ajudar o paciente de nutrição a manter a dieta. Além disso, o paciente poderá receber dicas e orientações da nutricionista e ter acesso ao histórico de suas avaliações nutricionais. O sistema possui uma versão web disponível para nutricionista e outra mobile para o paciente, para fazer a integração dessas duas tecnologias o sistema conta com uma API.

5.1 CASOS DE USO

O diagrama de casos de uso mostrado na Figura 1 mostra as principais funcionalidades encontradas no Syem.

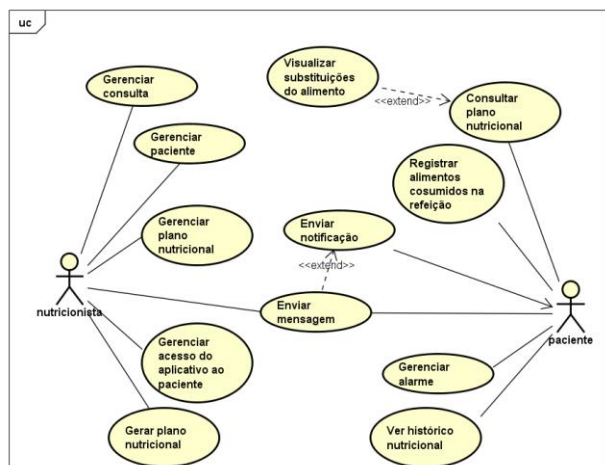


Figura 1: Diagrama de caso de uso do Syem

O Syem possui dois módulos: web e mobile. Um módulo web responsivo, voltado para nutricionista, que permite que ela o utilize em qualquer dispositivo. Este módulo possui as seguintes funcionalidades: gerenciar consulta, gerenciar paciente, gerenciar plano nutricional, gerenciar acesso do paciente ao aplicativo, gerar plano nutricional, enviar mensagem. O módulo mobile foi desenvolvido para dispositivos Android e é exclusivo para os pacientes. Neste módulo eles podem consultar seu plano nutricional, registrar alimentos consumidos na refeição, gerenciar alarme, gerar substituições do alimento e ver histórico nutricional. Para fazer a integração entre esses dois sistemas foi desenvolvida uma API (Interface de Programação de Aplicativos) com Django REST framework (DRF).

5.2 SUBSTITUIÇÃO DOS ALIMENTOS

Um alimento pode ser substituído por outro pertencente ao mesmo grupo. Durante este processo deve se levar em consideração o macronutriente de maior valor e as calorias do alimento substituído. O Syem admite que: a) o desvio padrão das calorias de um alimento deve ser menor ou igual a 10 e b) o desvio padrão do macronutriente de maior valor deve ser menor ou igual a 5 em relação ao alimento a ser substituído [17]. A Figura 2 mostra uma parte do grupo de frutas da tabela Brasileira de composição de alimentos. Imagine que você quer substituir uma maçã. Como maçã pertence ao grupo Frutas, ela pode ser substituída por outro alimento do mesmo grupo.

Alimento	Maçã	Pacová	Maçã orgânica	Caqui	Papaia	Pera
Media caseira	1 unidade	1 unidade	1 unidade	1 unidade	2 unidades	1 unidade
Gramas (g)	150	100	150	110	206,67	130
Calorias (kcal)	78	78	78	77	80,60	75,40
Proteínas (g)	0,39	1,20	0,39	0,63	1,26	0,49
Carboidratos (g)	20,71	20,30	20,71	20,44	20,27	20,09
Lipídios (g)	0,26	0,10	0,25	0,20	0,28	0,18
Desvio padrão calorias	0	0	0	0,5	1,29	0,22
Desvio padrão nutriente	0	0,20	0	0,13	0,22	0,30

Figura 2 – Substituição do alimento maçã

5.3 GERAÇÃO DO PLANO NUTRICIONAL UTILIZANDO ALGORITMO GENÉTICO

Neste trabalho o AG foi utilizado para gerar o plano nutricional do paciente de acordo com os parâmetros que são passados pela nutricionista. Esses parâmetros são: a) percentual mínimo e máximo de macronutrientes em relação a calorias totais que o paciente precisa consumir no dia, b) percentual de calorias de cada refeição e c) os grupos alimentares pertencente a cada refeição [15]. Como exemplificado na Figura 3.



Figura 3: Parâmetros para geração do plano nutricional no Syem

Cada indivíduo da população será avaliado e classificado de acordo com atendimento às necessidades apresentadas nos parâmetros da geração. A avaliação é feita através da função de aptidão, representada pela Equação 1.

5.3.1 Função de aptidão: Função baseada no trabalho desenvolvido por [15]. Ela verifica as diferenças calorias entre a refeição gerada e total calorias necessárias para o paciente na refeição.

$$ER = \Sigma pts + \Sigma cbs + \Sigma lps - (ptn + cbn + lpn) \quad (1)$$

Onde:

ER = Erro calórico

pts = Total de proteínas encontradas na refeição

cbs = Total de carboidratos encontrados na refeição

lps = Total de lipídios encontrados na refeição

ptn = Total de proteínas necessárias ao paciente nesta refeição

cbn = Total de carboidratos necessários ao paciente nesta refeição

lbn = Total de lipídios necessários ao paciente nesta refeição

5.3.2 Restrições: Adotou-se para este trabalho que uma refeição é considerada boa quando atende à seguinte restrição:

- Possuir o percentual de macronutrientes de acordo com o mínimo e o máximo estabelecido nos parâmetros.

Depois que os indivíduos são classificados o AG verifica se algum indivíduo da geração atende as restrições estabelecidas em caso positivo o indivíduo é apresentado como resultado da

refeição. Em caso negativo, o AG inicia o processo de seleção dos novos pais que irão compor a próxima geração. O processo para seleção dos indivíduos foi feito através do método da roleta como visto em [15]. Neste método cada indivíduo recebe um pedaço da roleta virtual proporcional a sua avaliação, lembrando que o percentual total da roleta é 100%, depois a roleta é girada n vezes, onde n será o tamanho da população e os indivíduos serão selecionados para gerar a próxima geração [13]. Algumas alterações na composição da roleta foram necessárias por que a função de aptidão busca o indivíduo com menor valor, ou seja menor diferença calórica, e esses indivíduos terão possuir um espaço maior na roleta. Para isso é calculada a aptidão de cada indivíduo, depois a aptidão relativa que é o percentual do indivíduo na roleta e depois a aptidão relativa é invertida, ou seja os indivíduos que antes estavam com o menor percentual na roleta agora vão possuir espaços maiores [15].

Agora os indivíduos vão ser submetidos ao cruzamento que é a troca de características entre os indivíduos escolhidos [7]. Antes de acontecer o cruzamento é gerado um número aleatório de 0 a 100 e será comparado com a probabilidade de cruzamento (PC), PC adotado para esse trabalho foi 90 como visto no [15], caso o valor gerado seja menor do que o PC, a roleta seleciona dois indivíduos para o cruzamento. O cruzamento acontece da seguinte maneira, primeiro é definido um ponto de corte através do sorteio de um número aleatório que deve ser menor que o tamanho indivíduo e maior que zero [15]. Depois que o ponto de corte é definido a primeira parte do primeiro indivíduo será adicionada a segunda parte do segundo indivíduo e vice-versa [13].

Através desse procedimento é gerada uma nova população mantendo a herança genética dos pais que foram selecionados [15]. Para essa população ainda é aplicada a mutação que acontece usualmente quando dois novos indivíduos são gerados [14]. No Syem a mutação acontece desta forma que foi explicada anteriormente, a cada dois indivíduos um número é sorteado entre 0 a 100 e comparado ao parâmetro de mutação (PM), PM adotado para esse trabalho foi 70 como visto no [15], se o valor for menor que PM será sorteado uma posição do indivíduo, e essa posição receberá a posição de outro alimento do mesmo grupo pertencente a esta posição. Depois disso a função de aptidão é aplicada novamente para classificar os novos indivíduos e assim continuará esses procedimentos até encontrar uma solução aceitável, ou finalizar pelo número de gerações [15].

6 RESULTADOS

Os resultados dos questionários mostraram que 80% dos pacientes encontram dificuldades durante a dieta. Estas dificuldades são mostradas na Figura 4.

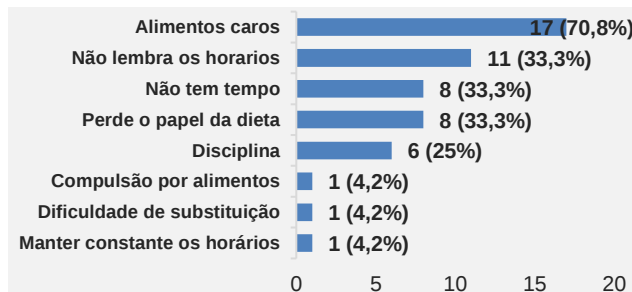


Figura 4 – Dificuldades encontradas pelos pacientes ao fazer a dieta

Para solucionar alguns desses problemas foi desenvolvido o aplicativo que permitirá que o paciente:

- Veja seu plano nutricional (evitando que ele o perca);
- Ative os alarmes para lembrá-lo dos horários das suas refeições (evitando que ele esqueça de fazer suas refeições no horário correto);
- Visualize sugestões de substituições de alimento com quantidades corretas para troca (este item ajuda o paciente a substituir um alimento caro por um mais barato ou apenas trocar um alimento por outro para que ele não repita os mesmos alimentos todos os dias).

A Figura 5 mostra os percentuais dos macronutrientes obtidos na análise dos planos nutricionais gerados automaticamente pelo Syem. Os resultados evidenciam que, 85,71% das proteínas dos planos nutricionais gerados estavam dentro da variação esperada. Este resultado foi válido tanto para a tabela IBGE quanto para a tabela da nutricionista. No que diz respeito aos carboidratos 71,43% da tabela pessoal e 85,71% da tabela do IBGE estavam dentro da variação esperada. O macronutriente lipídio não ficou dentro da variação esperada em nenhuma das refeições geradas, apresentando percentual abaixo do valor mínimo esperados.

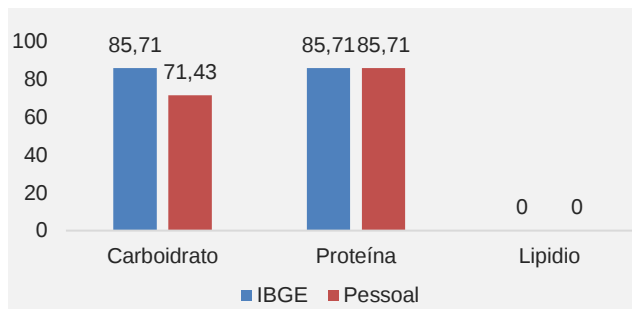


Figura 5 - Percentuais de macronutrientes

Durante o processo de avaliação, identificou-se que a tabela do IBGE conseguiu alcançar maiores índices de refeições geradas dentro dos parâmetros como mostra a Figura 6a. Esta figura mostra o total de refeições a ser gerada, e as quantidades de refeições geradas corretamente por cada tabela analisada. A Figura 6b mostra a quantidade de refeições

recomendadas pela nutricionista dentre as refeições geradas dentro dos parâmetros. Entretanto, ao analisar as refeições, a nutricionista optou por não recomendar a maioria delas devido o fato de que a sua composição continha alimentos não consumidos usualmente na refeição analisada.

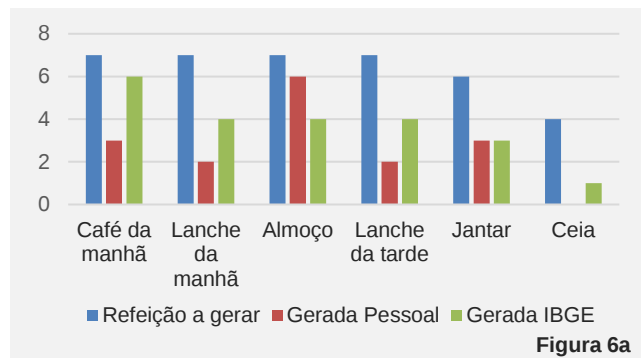


Figura 6a

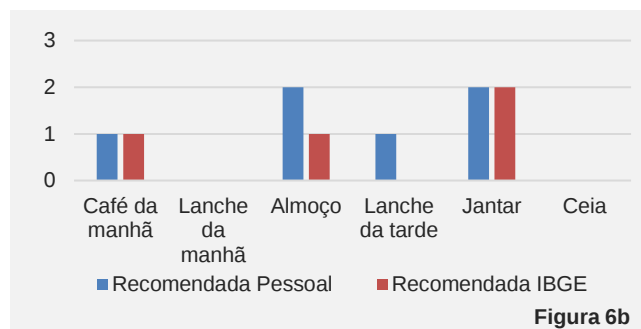


Figura 6b

Figura 6 - Refeições recomendadas nos planos gerados

A análise dos dados apresentados mostrou que o AG conseguiu gerar as refeições do ponto de vista quantitativo, porém qualitativamente os índices estão abaixo do esperado. Para que os índices de aceitação possam aumentar, a nutricionista sugeriu a criação de subgrupos alimentares para facilitar a escolha do alimento pelo AG ao montar uma refeição. Outra forma de melhorar estes índices seria melhorar o algoritmo para que ele possa identificar qual alimento é mais indicado para formar uma determinada refeição.

7 CONCLUSÃO E TRABALHOS FUTUROS

O Syem automatiza o processo de intervenção nutricional e visa ajudar nutricionistas e pacientes. O sistema ajuda o paciente a não perder seu plano nutricional e a lembrar os horários de cada refeição através de um aplicativo. Além disso, o Syem ajuda a nutricionista a minimizar erros de cálculo durante a criação manual de um plano alimentar e permite a geração automatizada de um plano nutricional. O experimento realizado mostrou que o Syem consegue gerar o plano nutricional automaticamente porém a taxa de aceitação ainda é baixa e precisa ser melhorada.

Como trabalhos futuros pretende-se alterar o algoritmo para que ele consiga identificar melhor os alimentos que podem

compor uma refeição. Pretende-se analisar a criação de subgrupos alimentares e a incluir técnicas que auxiliem a identificação de alimentos adequados a cada refeição.

REFERÊNCIAS

- [1] World Health Organization (2011). Global status report on noncommunicable diseases 2010. World Health Organization, Geneva, Switzerland.
- [2] D. Neumark-Sztainer et al (1999). Factors influencing food choices of adolescents: findings from focus-groups discussions with adolescents. J Am Diet Assoc, 99(8), 929-37.
- [3] M. S. Galisa; L. M. B. Esperança; N. G. de Sá, 2008. Nutrição: Conceitos e Aplicações. M.Books do Brasil editora, São Paulo, SP, Brazil.
- [4] K. da S. Bonome et al, Disseminação do uso de aplicativos móveis na atenção à saúde, <http://docplayer.com.br/4167438-Disseminacao-do-uso-de-aplicativos-moveis-na-atencao-a-saude.html>.Conference Name:ACM Woodstock conference.
- [5] F. S. da Rocha et al, Uso de apps para a promoção dos cuidados à saúde, <https://revistas.uneb.br/index.php/staes/article/view/3832/2382>.
- [6] C. K. Martin,et al, Smartloss: uma intervenção personalizada móvel de saúde para controle de peso e promoção da saúde, <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/26983937>.
- [7] L. Cuppari, 2002. Nutrição clínica no adulto. Nestor Schor, São Paulo, SP, Brazil.
- [8] E Recine; P. Radaelli, 2008. Alimentação e cultura. Ministério da Saúde, Brasília, DF, Brazil, disponível em: http://bvsms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/alimentacao_cultura.pdf (acessado em 12/Mai/2011).
- [9] Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2011. Pesquisa de Orçamentos Familiares 2008-2009: análise do consumo alimentar pessoal no Brasil. Rio de Janeiro, RJ, Brazil.
- [10] Universidade Estadual de Campinas – UNICAMP, 2011. Tabela brasileira de composição de alimentos - TACO. 4. ed. rev. e ampl. DOI: <http://www.unicamp.br/nepa/taco/tabela.php?ativo=tabela>
- [11] D. E. Goldberg (1989). Genetic algorithms in search, optimization and machine learning. Addison-Wesley Publishing Co, New York, NY, USA.
- [12] R. Linden, 2008. Algoritmos Genéticos: Uma importante ferramenta da Inteligência. Editora Brasport, Rio de Janeiro, RJ, Brazil.
- [13] M. Mitchell (1998). An Introduction to Genetic Algorithms. A Bradford Book The MIT Press, Cambridge, MA, USA.
- [14] J. R. Koza (1992). Genetic programming: on the programming of computers by means of natural selection. Cambridge, MA, USA.
- [15] F. R. Gomes, Pró-dieta: Gerador automático de cardápios personalizados baseados em algoritmos genéticos, <https://repositorio.ufu.br/bitstream/123456789/14507/1/d.pdf>.
- [16] F. R. Gomes; K. Yamanaka, Pró-Saúde: Sistema Automático De Geração De Cardápios Personalizados Utilizando Algoritmos Genéticos, <https://repositorio.ufu.br/bitstream/123456789/14507/1/d.pdf>.
- [17] J. T. de Faria, 2017. Como Calcular Listas de Substituição de Alimentos, <https://www.youtube.com/watch?v=o4ehbYtUpv0>.