

PROTÓTIPO DE APLICATIVO PARA DISPOSITIVOS MÓVEIS COMPATÍVEL COM UMA IMPRESSORA 3D DE ALIMENTOS

Sandra Maria LEANDRO¹

José Dalton Cruz PESSOA²

RESUMO: A impressão de alimentos tridimensionais (3D) é uma tecnologia disruptiva que permite transformar o mercado existente, introduzindo conveniências, praticidade e personalização na fabricação de alimentos diferenciados. Os alimentos digitais correspondem a um campo de conhecimento ainda em construção na literatura, conseqüentemente existe a necessidade de criar uma precisão terminológica e sistematizar alguns conceitos. Ressalta-se que os alimentos digitais não irão sanar todas as necessidades nutricionais e muito menos substituir as técnicas de culinária existentes, mas tendem a complementar a nossa ingestão diária. Além disso, os alimentos mais elaborados poderão ser feitos sob demandas personalizadas, minimizando os desperdícios nos processos industriais, sem exigir nenhuma experiência técnica ou culinária para operar o dispositivo de impressão. Esse artigo tem como objetivo a elaboração de um protótipo para aplicativos móveis para impressão 3D de alimentos personalizados que permite visualizar e avaliar previamente as funcionalidades ao definir um alimento digital. Espera-se que este artigo contribua para estimular a realização de pesquisas na área, levando em conta os desafios envolvidos no processo de personalização de um alimento digital e novos apontamentos sobre uma interface mais intuitiva e amigável para facilitar a realização dessas tarefas sem a necessidade de conhecimentos prévios.

PALAVRAS-CHAVE: aplicativo móvel; protótipo; impressão 3D alimentos.

1 - Doutoranda do Programa de Pós-Graduação em Biotecnologia, Universidade Federal de São Carlos – UFSCar. Centro Universitário Central Paulista – UNICEP, Rua Miguel Petroni 5111, 13563-470 São Carlos, São Paulo. Email: sandra.leandro@etec.sp.gov.br

2 - Embrapa Instrumentação Agropecuária (EMBRAPA), Rua XV de Novembro 1452, 13560-970 São Carlos, São Paulo. Email: jose.pessoa@embrapa.br

Introdução

A palavra inovação vem se tornando uma tendência permanente no setor alimentício, uma vez que o segmento precisa atender com rapidez, ou mesmo antever, às novas demandas dos consumidores; as percepções e, conseqüentemente, as preferências e escolhas dos alimentos são influenciadas por diversos fatores como obter uma dieta saudável, busca pela conveniência e praticidade, sustentabilidade, sensorialidade e prazer, entre outros.

É nesse contexto que surge no mercado os nichos de produtos personalizados. Cada vez mais supermercados possuem gondolas específicas para a exposição de alimentos sem açúcar, sem glúten, sem lactose e com baixo teor de sódio em suas composições.

Em função da concorrência e ofertas de produtos diversificados no mercado, muitos fabricantes acham difícil expandir a variedade de produtos, e não têm flexibilidade suficiente para responder a esta mudança rápida nas demandas dos consumidores, em relação a formatos, cores, tamanhos e embalagens (WANG, 2011).

A impressão de alimentos tridimensionais (3D) é uma tecnologia disruptiva que permite transformar o mercado existente, se expandido para os novos nichos, introduzindo conveniências, praticidade e personalização na fabricação de alimentos diferenciados.

Conforme Wegrzyn et al. (2012), a impressão de alimentos 3D também é conhecida como fabricação de alimentos em camadas (FLM, do inglês *FoodLayeredManufacture*) integrando a fabricação aditiva e técnicas digitais de gastronomia para produzir alimentos 3D personalizados, sem utilizar ferramentas específicas, moldagem ou intervenção humana. Esta técnica pode aumentar a eficiência da produção e reduzir os custos operacionais na fabricação de alimentos (SUN, 2015).

Segundo Boland (2008), há um número crescente de consumidores que necessitam de uma nutrição personalizada, com o objetivo de obterem um estilo de vida saudável, e estão dispostos a comprarem refeições inovadoras (COHEN et al., 2009; HENDRY, 2010). Ao mesmo tempo, desejam receber produtos e serviços com um certo grau de personalização, combinando as suas preferências individuais.

Recomenda-se um perfil nutricional, a partir dos requisitos dos diferentes grupos de indivíduos, para desenvolver um planejamento de fabricação onde são considerados o projeto da receita, o volume de impressão, o projeto do modelo 3D e o sabor, conforme o diagrama esquemático das etapas para a impressão de alimentos personalizados (Figura

1). O ajuste do volume de impressão ao projeto da receita permite obter um alimento personalizado impresso.

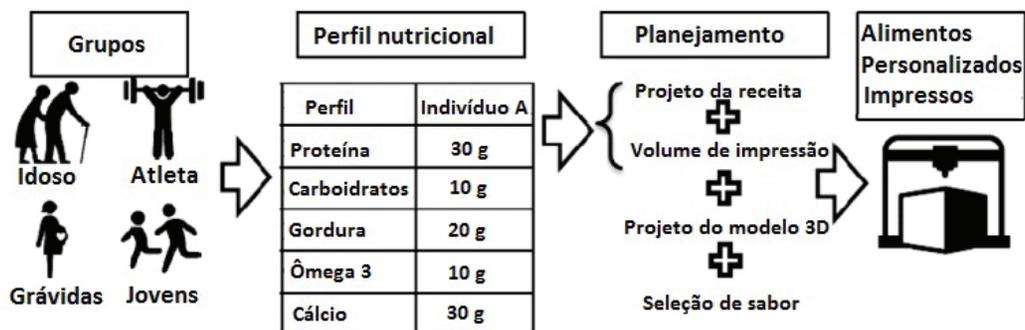


Figura 1 – Etapas para a impressão de alimentos personalizados. Fonte: International Journal of Bioprinting (2015) – Volume 1, Issue 1 (adaptado)

Para criar alimentos digitais personalizados existem duas opções: i) utilizar um conjunto de ingredientes, grande o suficiente para satisfazer as necessidades de todos os consumidores; ii) empregar um conjunto pequeno de ingredientes que podem ser combinados em proporções variáveis. A segunda opção vem sendo a mais utilizada, pois a primeira oferece desvantagem em relação a capacidade limitada do *hardware*, especialmente em impressoras de pequena escala (PALLOTTINO et al., 2016).

Conforme Lam et al. (2012), o processo de impressão de alimentos é semelhante ao funcionamento de uma impressora jato de tinta, porém equipada para operar com alimentos como açúcar, amidos e/ou proteínas. Em essência, a impressão de alimentos envolve camadas minúsculas e sobrepostas, contendo partículas de ingredientes semiprocessados, que resultam em novos alimentos.

Apesar das impressoras 3D de alimentos ainda não terem se popularizado, existem alguns modelos disponíveis no mercado, atendendo aos projetos de chocolates, massas, biscoitos, gotas gelatinosas com sabor de frutas, balas, doces, entre outros itens comestíveis. Entretanto, os alimentos ou refeições possuem características e especificidades próprias, logo alterações nas representações tridimensionais de cada projeto são necessárias.

Nesse contexto, o presente trabalho tem como objetivo a elaboração de um protóti-

po para um aplicativo móvel para impressão 3D de alimentos personalizados que permite visualizar e avaliar previamente as funcionalidades ao definir um alimento digital.

Os modelos interativos e parcialmente implementados, a partir desse processo, podem auxiliar a familiarização do usuário com a interface, além de verificar se a aplicação atenderá às necessidades idealizadas.

Essa é uma das principais razões para se utilizar esse tipo de abordagem, pois caso o usuário observe qualquer discordância com o pretendido, é possível fazer mudanças nas especificações do projeto, poupando esforços de retrabalho e mudanças em uma aplicação já desenvolvida.

Pressupostos teóricos

Conforme a Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura (FAO, do inglês *Food and Agriculture Organization of the United Nations*), o corpo humano necessita da energia fornecida pelos alimentos para o metabolismo de descanso, síntese de tecidos (crescimento, manutenção, gravidez e lactação), atividades físicas, processos de excreção e para manter um balanço térmico (estresse fisiológico e patológico). Quimicamente, os alimentos são constituídos principalmente de carbono, hidrogênio, oxigênio e nitrogênio, porém quantidades pequenas de outros elementos são encontradas. O valor nutritivo está relacionado com a concentração de nutrientes conhecidos como hidratos de carbono, proteínas, gorduras, vitamínicos, sais minerais e água (GAVA, 2010).

Em contrapartida, os alimentos digitais correspondem a um campo de conhecimento ainda em construção na literatura, conseqüentemente existe a necessidade de criar uma precisão terminológica e sistematizar alguns conceitos. Ressalta-se que os alimentos digitais não irão sanar todas as necessidades nutricionais e muito menos substituir as técnicas de culinária existentes, mas tendem a complementar a nossa ingestão diária. Além disso, os alimentos mais elaborados poderão ser feitos sob demandas personalizadas, minimizando os desperdícios nos processos industriais, sem exigir nenhuma experiência técnica ou culinária para operar o dispositivo de impressão.

Para elucidar conceitualmente um alimento digital, parte-se da definição de objeto digital, por ser um conjunto de bits que formam uma unidade lógica interpretada por um programa de computador e armazenada em formato apropriado.

Pode-se dizer que o alimento digital é um elemento computacional que configura,

no domínio da solução, uma entidade de interesse do problema sob análise. Justifica-se o uso do termo entidade em função dos alimentos digitais serem abstraídos do mundo real, para serem modelados computacionalmente e possuírem atributos que definem suas características principais. Os alimentos digitais se classificam em entidades concretas, afinal inicialmente são concebidos em formato digital e materializados pela impressão 3D.

Conforme o glossário da Câmara Técnica de Documentos Eletrônicos (GTDE, 2009, p.18), um objeto digital é definido como: “Conjunto de uma ou mais cadeias de bits que registram o conteúdo do objeto e de seus metadados associados”.

Para Hofman (2002), o termo objeto digital se refere aos aspectos conceituais e técnicos, ou seja, o conteúdo intelectual, sua formatação e como é estruturado digitalmente.

Na teoria de objetos digitais proposta por Kallinikos et. al (2010), os objetos digitais são marcados por um conjunto limitado de quatro atributos que lhes conferem um perfil distinto e funcional: i) editabilidade; ii) interatividade; iii) aberto e reprogramável; iv) distribuído.

Da mesma forma, não se pode descartar as terminologias encontradas na literatura para conceituar os alimentos digitais, pois os atributos que os diferem dos alimentos não impressos são quatro: i) a editabilidade é uma característica intrínseca dos alimentos digitais, pode ser alcançada ao editá-lo, através de um aplicativo, adicionando, alterando, suprimindo elementos ou atualizando itens específicos; 2) a interatividade permite ao usuário exercer um nível de participação ou influência no processo de definição do alimento digital, através de interfaces gráficas amigáveis, em tempo real; 3) aberto e reprogramável pela possibilidade de uma imagem ser livre de direitos autorais e, também pela flexibilidade de modifica-la por outro objeto digital (aplicativo); e 4) distribuído, pela facilidade de ser acessado remotamente, raramente se limitando a uma única fonte, de maneira que as fronteiras originalmente não existentes, em objetos isolados, sejam criadas e mantidas em bases computacionais para uso e acesso regular de qualquer lugar da rede.

Os alimentos possuem propriedades que são determinadas de acordo com os seus constituintes. Para Teixeira (2009), os alimentos possuem características organolépticas como odor, textura, cor, gosto e som.

De modo similar, os alimentos digitais são caracterizados pelas matérias-primas utilizadas na impressão 3D. Todavia, as propriedades organolépticas determinam as particularidades dos alimentos que podem ser identificadas pelos cinco sentidos humanos: tato, olfato, paladar, visão e audição. As descrições dos atributos, citados nesse artigo, podem ser

encontradas na literatura; o glossário dos termos empregados estão definidos na NBR 12806, por intermédio de estudos que envolvem propriedades organolépticas de alimentos.

O alimento digital (Figura 2), por ter como essência uma estrutura editável, oferecendo a flexibilidade para que alguns atributos, como a concentração de nutrientes, odor, textura, cor, gosto, aparência e formato assumam valores personalizados, determinadas pelas preferências e necessidades do usuário ao defini-lo.

A textura é um atributo multiparâmetro, pois corresponde ao conjunto de todas as propriedades reológicas e estruturais (geométricas e de superfície) de um alimento, perceptíveis pelos receptores mecânicos, táteis e eventualmente pelos receptores visuais e auditivos (ABNT, 1993). Manifesta-se quando o alimento sofre uma alteração, por exemplo, quando é mordido, prensado, cortado etc. Através dessa ação sobre a integridade do alimento é possível ter noção da resistência, coesividade, fibrosidade, granulosidade, aspereza, crocância, entre outras (ANZALDÚA-MORALES, 1994 *apud* TEIXEIRA, 2009).

Salienta-se que todas as características da textura presentes em um modelo digital devem apresentar propriedades mensuráveis para descrever uma correspondência quantitativa da matéria. Uma propriedade quantitativa pode estar associada a números, em uma escala que corresponde a uma grandeza, de natureza escalar, vetorial ou ainda tensorial (Quadro 2).

Quadro 2 – Escala, amplitude e limiar de percepção para a correspondência quantitativa da matéria

Escala	Amplitude	Limiar de percepção
0	Inexistente	Nulo
1	Muito fraco	Baixo
2	Fraco	
3	Fraco a Moderado	Médio
4	Moderado	
5	Moderado a Forte	
6	Forte	Alto
7	Muito Forte	

Na constituição do alimento digital (Figura 2), a textura pode determinar o controle da matéria-prima no processo de impressão, o desenvolvimento de novos alimentos impressos ou mesmo alterações em suas formulações.

Outro aspecto a forma representa a aparência de um alimento digital e o formato especifica as regras e padrões que descrevem o arquivo para que uma aplicação computacional reconheça os dados gerados por ela.

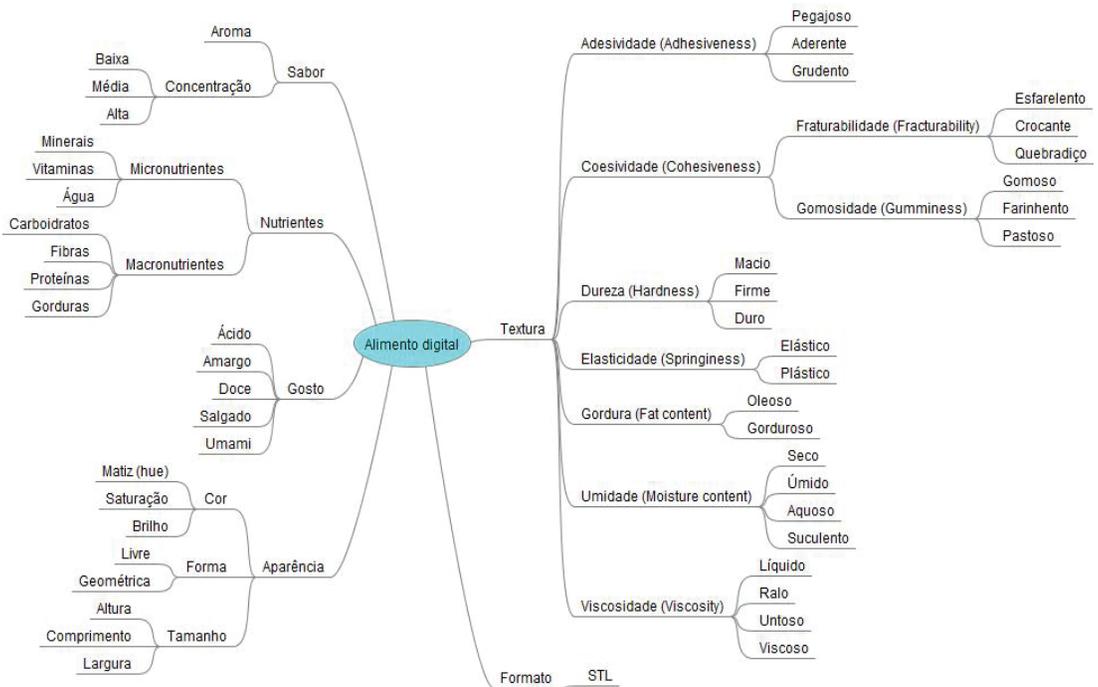


Figura 2– Características de um alimento digital.

Resultados

O protótipo da aplicação ePronto foi desenvolvido utilizando a ferramenta *online* Proto.io, na versão *freeware*, sendo capaz de simular as etapas que definem um alimento digital e antecedem a sua impressão. Para ter acesso ao aplicativo móvel é necessário fazer o *download* do *app*, seguido das etapas de *login* usando o mesmo nome de usuário e senha utilizados no cadastro.

Quando o aplicativo é inicializado, as opções do menu inicial são visualizadas. Entre as opções disponíveis estão o perfil do usuário, definir refeição, consumo recomendado, histórico, favoritos e configurações (Figura 3).

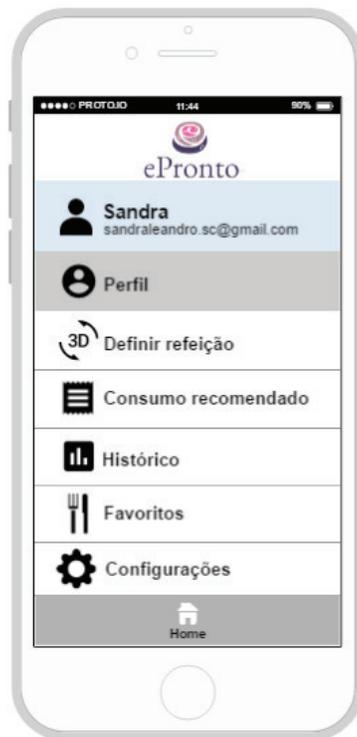


Figura 3 – Menu inicial do aplicativo móvel ePronto

A opção perfil é composta por quatro telas consecutivas que permitem personalizar os dados do usuário. Os objetivos apresentados aos usuários incluem opções alimentação equilibrada, ganhar massa muscular e perder peso (Figura 4A).

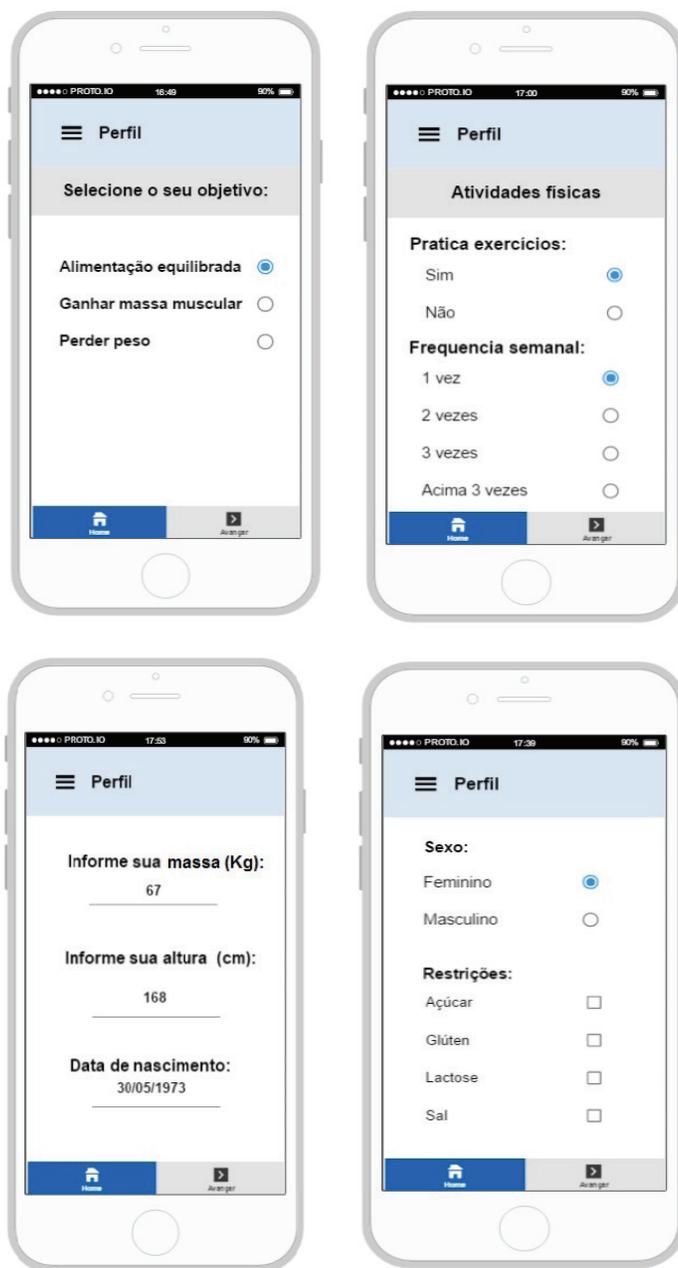


Figura 4 –A: Objetivo do usuário. B: Atividades físicas do usuário. C: Dados do Usuário. D: Restrições alimentares do usuário.

Equilibrar as calorias ingeridas ajuda a atingir e/ou manter um peso saudável, afinal uma dieta personalizada prevê a criação de menus balanceados, dentro de bons hábitos alimentares.

Para tal, foram considerados alguns parâmetros relevantes, como a frequência das atividades físicas semanais do usuário (Figura 4B), massa, altura, data de nascimento (Figura 4C) e o sexo (Figura 4D). Nesse sentido, vale ressaltar que o termo massa não deve ser substituído pela palavra peso, pois são grandezas diferentes e são utilizadas erroneamente como sinônimos.

Somando-se a essas informações, existem grupos de indivíduos que possuem necessidades específicas, como os celíacos, intolerantes a lactose, diabéticos e hipertensos. Com base nos registros das recomendações diárias para o usuário, o aplicativo efetua uma análise do que foi consumido e sugere metas em relação aos nutrientes que deveriam ser ingeridos diariamente, distribuídas entre as principais refeições, para configurar as características do alimento digital ideal (Figura 4D).

A opção consumo recomendado (Figura 5) permite ao usuário editar as calorias conforme o seu perfil nutricional, de maneira que o aplicativo forneça as necessidades calóricas diárias (NCD) que será calculada multiplicando a taxa metabólica basal (TMB) por um fator que depende do tipo de atividade física diária.



Figura 5 – Consumo recomendado ao usuário

Essas calorias são distribuídas entre as refeições lanche (manhã e tarde), almoço, jantar, lanche pré-treino e lanche pós-treino.

Para tal, ao selecionar a opção “Definir refeição” o usuário escolhe o tipo de refeição desejada (Figura 6A).

Na sequência, o aplicativo ePronto apresenta uma tela para definir o gosto do alimento (Figura 6B), através das opções ácido, amargo, doce, salgado e umami.

O ePronto utiliza o padrão RGB para definir as cores do alimento. Esse padrão representa os valores dos componentes vermelhos, verdes e azuis de uma cor na forma de um número decimal, entre zero e 255, o que possibilita 16,7 milhões combinações de cores (Figura 6C).

Para definir a forma do alimento digital (Figura 6D) existe um campo de pesquisa que permite ao usuário digitar as palavras chaves desejadas. O aplicativo acessa um banco de imagens e exibe resultados que combinem com todas as palavras chave, como se fosse inserido o termo “e” entre as palavras. A ordem na qual as palavras são digitadas pode mudar consideravelmente o número de resultados que combinem com a busca.

Na sequência, o aplicativo ePronto apresenta vários parâmetros que permitem definir a textura do alimento (Figura 6E). Os controles deslizantes possuem uma orientação horizontal e são usados para especificar um intervalo de valores sucessivos entre 0 e 7.

Dessa forma, a dureza de um alimento corresponde a força requerida para deformar um alimento, sendo assim os extremos variam, por exemplo, entre um queijo cremoso ou uma bala vitrificada. A percepção da forma e da orientação das partículas de um alimento possui escalas que variam entre fibroso (palmito) e cristalino (açúcar cristal).

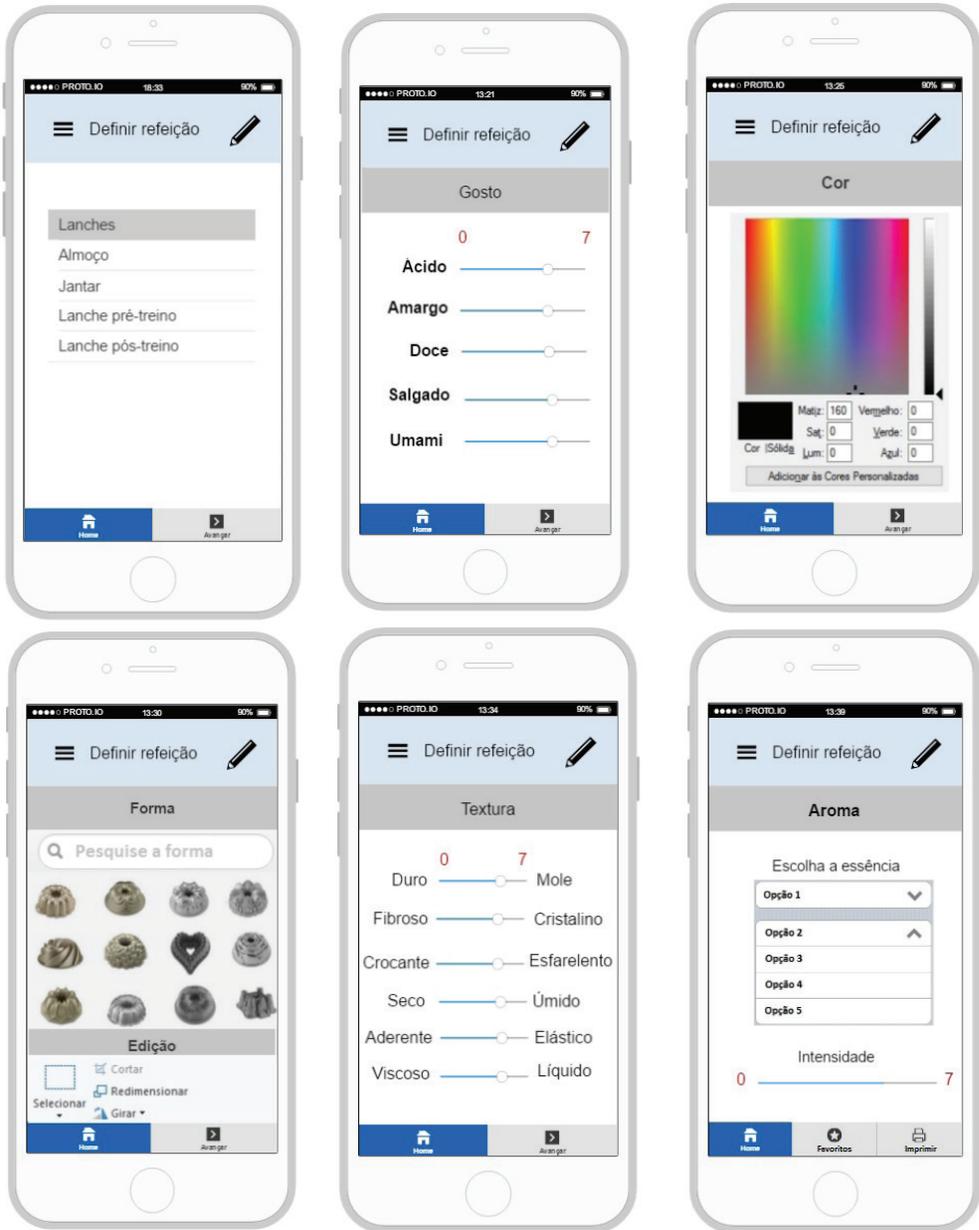


Figura 6 – Definição da refeição

A fraturabilidade, ou seja, a força através da qual um material é fraturado corresponde ao resultado de um baixo grau de coesividade e de um alto grau de dureza, sendo assim, a textura pode assumir os aspectos esfarelento (bolo de fubá), crocante (pé-de-moleque) e quebradiço (confeito). A percepção da quantidade de umidade absorvida ou liberada por um alimento varia entre seco (biscoito tipo água e sal), úmido, aquoso e suculento (carne). A adesividade de um alimento pode ser baixa (marshmallow), média (bala tipo tofe) e alta (caramelo). O alimento também pode assumir a textura viscosa, ou seja, corresponde a resistência ao escoamento como baixa (água), média-baixa (leite), média (creme de leite) e alta (leite condensado). Todas as características descritas estão presentes na definição de um alimento digital.

A expressão “essência” é usada popularmente para designar o aroma, de modo genérico, e é o que geralmente aparece em uma receita culinária para facilitar a compreensão do usuário (Figura 6F). Nessa última etapa, o aplicativo oferece dois diferenciais: i) favoritos: permite adicionar a configuração de um alimento digital, visando fornecer ao usuário um acesso rápido aos alimentos personalizados requeridos com maior frequência; ii) imprimir: essa opção permite que o alimento seja materializado e/ou impresso.



Figura 7 – Histórico do consumo

O aplicativo ePronto armazena a quantidade de cálcio, calorias, carboidratos, ferro, fibras, gorduras, proteínas e sódio requeridos nas refeições previstas para um determinado dia (Figura 7). O aplicativo oferece a possibilidade de gerar e imprimir um relatório de um período correspondente.

A janela configurações (Figura 8) permite alterar o idioma do aplicativo, além de restaurar os dados, em caso de perda dos favoritos armazenados. Oferece ainda os termos de uso e informações sobre o app.



Figura 8 – Tela de configurações ePronto

Considerações finais

O mercado de desenvolvimento de aplicativos móveis expande vertiginosamente desde o seu surgimento e, como consequência cresce a motivação para desenvolver novas aplicações para esses dispositivos.

O artigo apresenta uma abordagem focada na mobilidade e conectividade presente em dispositivos móveis, propondo uma aplicação que permite a comunicação de um celular com uma impressora 3D cujo escopo é a personalização de alimentos digitais.

As exigências do conjunto de materiais adequados para a impressão 3D de alimentos podem representar um obstáculo para a fabricação de forma livre e sólida dos alimentos (SFF). Porém, essa barreira pode ser parcialmente superada através de ajustes manuais na impressora ou pela variedade de substratos, entretanto, nem todos os equipamentos disponíveis no mercado permitem essa flexibilidade.

Espera-se que este artigo contribua para estimular a realização de pesquisas na área, levando em conta os desafios envolvidos no processo de personalização de um alimento digital e novos apontamentos sobre uma interface mais intuitiva e amigável para facilitar a realização dessas tarefas sem a necessidade de conhecimentos prévios.

Prototype application for mobile devices compatible with a 3D foodprinter

ABSTRACT: Three-dimensional (3D) food printing is a disruptive technology that allows you to transform the existing market by introducing convenience, practicality and customization into the manufacture of differentiated foods. Digital foods correspond to a field of knowledge still under construction in the literature, consequently there is a need to create a terminological precision and systematize some concepts. It is emphasized that digital foods will not cure all nutritional needs and much less replace existing cooking techniques, but tend to complement our daily intake. In addition, more elaborate foods can be made under custom demands, minimizing waste in industrial processes, without requiring any technical or culinary experience to operate the printing device. This article aims at the development of a prototype for mobile applications for 3D printing of perso-

nalized food that allows to preview and evaluate the features in the definition of a digital food. It is hoped that this article will contribute to stimulate research in the area, taking into account the challenges involved in the process of personalizing a digital food and new notes on a more intuitive and friendly interface to facilitate the accomplishment of the set asks without the necessity of knowledge.

KEYWORDS: mobile application; prototype; 3D foodprinting

Referências bibliográficas

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 12806: **Análise sensorial dos alimentos e bebidas**. Rio de Janeiro: ABNT, 1993.

COHEN, D. L.; LIPTON, J.; CUTLER, M.; COULTER, D.; VESCO, A.; LIPSON, H. (2009). **Hydrocolloid printing: a novel platform for customized food production**. Austin, TX, USA: Solid Free form Fabrication Symposium (SFF'09).

GAVA, A. J. **Princípios de tecnologia de alimentos**. 7. ed.. São Paulo: Nobel, 2010.

GLOSSÁRIO DA CÂMARA TÉCNICA DE DOCUMENTOS ELETRÔNICOS, v5, 2009, p.18.

HENDRY, L.C. Product customisation: an empirical study of competitive advantage and repeat business. **International Journal of Production Research**, v.48, n.13, 3845-3865, 2010.

HOFMAN, H. **Review: Some Comments on Preservation Metadata and the OAIS Model**. DigiCULT.Info - A Newsletter on Digital Culture, n. 2, 2002. Disponível em: <<http://www.digicult.info/pages/index.php>>. Acesso em: 2 out. 2016.

KALLINIKOS, J.; AALTONEN, A.; MARTON, A. **A theory of digital objects**. FirstMonday, v. 15, n. 6, 2010. Disponível em: <<http://firstmonday.org/htbin/cgiwrap/bin/ojs/index.php/fm/article/view/3033/2564>>. Acesso em: 4 out. 2016.

LAM, C. X. F; MO, X.M.; TEOH, S.H.; HUTMACHER, DW. Scaffold development using 3D printing with a starch-based polymer. **MaterSciEng** v.20, n. 1-2, p. 49-56, 2012.

LIN, C. 3D foodprinting: a tasteofthe future. **Journal of Food Science Education**, v.14, n.3, p. 86-87, 2015. Disponível em: <<http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/1541-4329.12061/citedby>>. Acesso em: 26 mar. 2016.

PALLOTTINO, F.; HAKOLA, L.; COSTA, C.; ANTONUCCI, F; FIGORILLI, S. SEISTO, A; MENESATTI, P. Printing on Food or Food Printing: a Review. **Food Bioprocess Technol**, V. 9, n. 5, p. 725-733, 2016.

SUN, J.; PENG, Z.; ZHOU, W.; FUH, J. Y. H; HONG, G. S.; CHIU, A. **A Review on 3D Printing for Customized Food Fabrication**. In: *Procedia Manufacturing*, 2015, S. 308–19. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2351978915010574>> Acesso em: 25 mar. 2016.

TEIXEIRA, L. V. Análise sensorial na indústria de alimentos. **Rev. Inst. Latic. “Cândido Tostes”**, v.366, nº 64, p. 12-21, 2009.

WANG, S. 2011. An analysis of manufacturers supply and demand uncertainty based on the dynamic customisation degree. **International Journal of Production Research**, v.49, n. 10, p. 3023-3043, 2011.

WEGRZYN, T. F.; GOLDING M.; ARCHER, R. H. Food Layer ed Manufacture: a new process for constructing solid foods. **Trends in Food Science & Technology**, v. 27, n. 2, p. 66-72, 2012.