

Future yämmi - Investigação e Desenvolvimento de funcionalidades de próxima geração para robots de cozinha inteligentes, autónomos e convenientes

Código do Projeto: POCI-01-0247-FEDER-033926; LISBOA-01-0247-FEDER-033926

Apoio: Sistema de Incentivos à Investigação e Desenvolvimento Tecnológico (SI ID&T) | I&D Empresarial - Projetos em Copromoção - Aviso 03/SI/2017

Entidade líder: CONTINENTE HIPERMERCADOS, S.A.

Copromotores: FACULDADE DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA DA UNIVERSIDADE NOVA DE LISBOA; ASSOCIAÇÃO FRAUNHOFER PORTUGAL RESEARCH; JAMSTECH, LDA; INNOWAVE TECHNOLOGIES, S.A.; PPRR - METAL, LDA.

Objetivo: OT 1 - Reforçar a investigação, o desenvolvimento tecnológico e a inovação

Localização do Projeto: NUTS II – Norte e Lisboa

Data de Aprovação: 04/05/2018

Data de Início: 01/06/2018

Data de fim: 31/05/2022

Montantes envolvidos:

- Investimento Total: 1.318.606,60 Euros
- Investimento Elegível Total: 1.317.794,70 Euros
- Apoio Financeiro (Incentivo Não Reembolsável): FEDER 723.290,06 Euros

Síntese

Os robots de cozinha são eletrodomésticos cada vez mais utilizados, quer a nível doméstico, quer a nível profissional, que facilitam o processo de preparação de refeições, através de uma série de passos programáveis que têm que ser intercalados com a atenção do operador. Considerando o papel central que o robot pode assumir na cozinha e tendo em vista a simplificação do processo do ponto de vista do utilizador, foram identificadas várias oportunidades de melhoria, ao nível de:

- Tendências tecnológicas associadas ao digital e à conectividade do aparelho com outros eletrodomésticos e interação com o utilizador;
- Informação que pode ser disponibilizada pelo robot de cozinha, ao nível da vertente nutricional, segurança alimentar e origem dos produtos usados;
- Capacidade de operação mais independente, de modo a diminuir o tempo necessário de atenção por parte do operador;
- Gestão remota que permita diminuir os problemas de pós-venda.

Neste contexto, o projeto “Future yämmi” visa investigar e desenvolver novas soluções tecnológicas avançadas para aplicação em robots de cozinha, no sentido de orientar a sua evolução para equipamentos inovadores conectados, que constituam o principal hub da cozinha, com a implementação de funcionalidades associadas a soluções de:

- Interface e conectividade
- Inteligência nutricional
- Reabastecimento e rastreabilidade de alimentos
- Sensorização e automação

- Inteligência analítica para gestão do equipamento

Com este projeto, o consórcio, liderado pela Continente Hipermercados e constituído pela PR Metal, JAMSTech, InnoWave, Fraunhofer e FCT-UNL, pretende não só sustentar a investigação e o desenvolvimento tecnológico associado às inovações previstas no curto prazo, mas também contribuir de forma decisiva para a visão definida para o futuro da yämmi, no sentido de antecipar as tendências tecnológicas e as exigências dos novos consumidores/ utilizadores, e desde já explorar o potencial que poderá ser implementado no médio e longo prazo.

Objetivos

É objetivo do projeto capacitar a yämmi de todas as valências necessárias para responder aos principais problemas identificados no ponto anterior, com a implementação das funcionalidades associadas aos seguintes objetivos específicos de índole técnico-científica:

OE1) Estudar e avaliar as soluções existentes ao nível das funcionalidades a desenvolver para aplicação no novo robot de cozinha yämmi;

OE2) Definir as especificações técnicas relevantes no âmbito da aplicação das funcionalidades a desenvolver;

OE3) Conceber e desenvolver as soluções e modelos associados às funcionalidades a aplicar na yämmi:

O3.1) Soluções de interface e conectividade;

O3.2) Soluções de inteligência nutricional;

O3.3) Soluções de reabastecimento e rastreabilidade de alimentos;

O3.4) Soluções de sensorização e automação;

O3.5) Soluções de inteligência analítica (“Sistema de Gestão Inteligente de robots de cozinha”);

OE4) Construir protótipos das diferentes soluções desenvolvidas e validar as funcionalidades em ambiente laboratorial;

OE5) Integrar os protótipos dos sistemas e componentes e validar as funcionalidades em ambiente real;

OE6) Divulgar os avanços científicos e técnicos alcançados através da participação em 4 conferências/ congressos e feiras relevantes a nível nacional internacional e publicação de pelo menos 1 artigo científico (em co-autoria entre empresas e entidades do Sistema de I&I).

Complementarmente, ao projeto “Future yämmi” encontra-se associado um conjunto de objetivos específicos económico-financeiros e comerciais associados à valorização dos resultados do projeto, designadamente:

OE7) Conceber uma plataforma de gestão inteligente que permita a redução de custos associados a anomalias até 10%;

OE8) Atingir um volume de vendas diretas resultantes do projeto de 525,000 Euros em 2021;

OE9) Reforçar as vendas nos mercados internacionais, entrando em pelo menos 2 novos mercados até 2021.

Resultados

Tarefa 1.1 - Estudo e avaliação de soluções de interface e conectividade disponíveis

Nesta tarefa foi feita uma análise das tendências, ferramentas e tecnologias de última geração, a utilizar na autenticação da Yämmi, considerando apenas as mais relevantes para os casos de uso do projeto e tendo como objetivo o mínimo de intervenção do utilizador.

Foram também avaliados conceitos e algoritmos de A.I. e Assistente Pessoal com o objetivo de permitir que um utilizador interaja com a Yämmi, na aplicação móvel ou no portal Web, com texto, voz ou gestos.

Por último foram identificadas as tecnologias de conectividade mais relevantes com o objetivo de permitir a comunicação da máquina com os outros módulos da solução e eletrodomésticos da cozinha.

Principais resultados

- Os resultados estão mapeados no Entregável E1.1 - Interface and Connectivity Study.

Tarefa 1.5 - Estudo das principais linguagens e normas associadas às soluções de inteligência analítica

Nesta tarefa, foram avaliados algoritmos de Machine Learning e tecnologias para use cases associados à experiência culinária (caracterização de perfis, utilização, receitas e sugestões) e use cases de interação pós-venda (anomalias preditivas e manutenção) a aplicar na Yämmi.

Foram também avaliados tipos de CEP (comerciais e open-source) com o objetivo de conseguir em tempo real processar eventos, gerar alarmes (e-mail, SMS e push) e automatizar algumas ações.

Por último foram detalhados os conceitos de uma plataforma de Gamificação, indicadas as vantagens e listados alguns produtos e exemplos de utilização de Gamificação no retalho.

Principais resultados

- Os resultados estão mapeados no Entregável E1.5 - Analytical Intelligence Study.

Tarefa 2.1 - Especificação técnica das soluções de interface e conectividade a desenvolver

A execução desta tarefa teve o seu foco nos pontos da interface e da conectividade. O principal objetivo foi, depois de recolhidos os pontos referentes ao estado da arte, dissecar esses mesmos pontos, percebendo o que seria aplicável, ou não, ao projeto. Foca-se assim nos problemas concretos que o projeto procura resolver, e não tanto numa visão global destas áreas da tecnologia. Os temas da interface foram divididos em duas secções: Autenticação e Inteligência Artificial e Assistência Pessoal. Os temas da conectividade são abordados na secção com o mesmo nome - Conectividade.

Autenticação

Esta secção representa um papel crucial na segurança dos produtos desenvolvidos. Se por um lado as preocupações com a segurança são elevadas, por outro, também é de extrema importância a experiência do utilizador. É fundamental encontrar um compromisso entre a segurança, e uma experiência de utilização simples e fluida. Neste contexto, as funcionalidades principais foram analisadas, e foi proposto, para cada uma delas, o nível de segurança adequado a este compromisso.

Foram igualmente analisadas as diferentes vias para a autenticação, bem como a sua relação com a criação de utilizadores. As autenticações para acesso à área de histórico e para submeter compras para o carrinho foram igualmente detalhadas.

Inteligência Artificial e Assistência Pessoal

Nesta secção, foram definidos os potenciais Use Cases no âmbito do projeto: receita rápida, receita planeada, receita surpresa, leitura de receita, receita guiada passo a passo e comandos simples para controlo da máquina.

Foi realizada a análise de processamento de linguagem natural, e detalhada a sua possível implementação no projeto. Outro ponto prende-se com a manutenção preditiva das máquinas. Através de um conjunto de dados relevante, com tamanho adequado ao estudo, podem ser deduzidos padrões que permitam prever possíveis erros e falhas na Yämmi. Todo este processo de desenvolvimento foi especificado, em conjunto com uma proposta de abordagem, de modo a tornar o desenvolvimento incremental.

O terceiro e último ponto está relacionado com a caracterização de perfil de utilizador, nomeadamente na sua segmentação (i.e., inserção de utilizadores em grupos de utilizadores com características comuns), e na recomendação customizada de conteúdos e marketing. Utilizando um modelo “estilo Netflix”, será possível caracterizar os utilizadores, permitindo o envio de, por exemplo, campanhas, receitas, eventos, promoções totalmente direcionados para um conjunto de utilizadores com características em comum. Todo o processo de implementação foi detalhado.

Conectividade

Nesta secção, foram definidos os potenciais Use Cases para a conectividade, entre eles: autenticação, consulta e gestão de receitas e de planos de receitas, compras, comunicação de dados da Yämmi e operações remotas, interação com a Yämmi, execução de receitas passo a passo, atualizações de firmware.

Estes Use Cases foram analisados individualmente, tendo sido retiradas conclusões acerca das necessidades, em termos de comunicação, de cada um deles. No final, a decisão passou pela utilização da tecnologia Wi-Fi para os principais requisitos de conectividade. Para os requisitos secundários ou adicionais, decidiu-se utilizar a tecnologia NB-IoT. Ter-se-á igualmente o suporte da tecnologia Bluetooth.

Este relatório permitiu formar uma visão mais clara dos requisitos a desenvolver na fase seguinte, bem como da análise da paralelização das tarefas, de modo a tornar o desenvolvimento mais rápido e eficiente. Permitiu igualmente ter mais informação acerca do perfil dos recursos necessários para o desenvolvimento. Foram abordados e definidos requisitos não funcionais, de segurança (principalmente na autenticação), usabilidade e performance (principalmente na conectividade). Ficou igualmente clara a necessidade em termos de equipamentos, ambientes e softwares.

Principais resultados

- Especificação técnica das soluções de interface e conectividade a desenvolver efetuada.
- Produção do Deliverable E2.1 - Relatório de especificação das soluções de interface e conectividade.

Tarefa 2.5 - Especificação técnica das soluções de inteligência analítica

A execução desta tarefa teve o seu foco na definição das especificações técnicas da solução de inteligência analítica. O principal objetivo foi, depois de recolhidos os pontos referentes ao estado da arte, dissecar esses mesmos pontos, percebendo o que seria aplicável, ou não, ao projeto. Foca-se assim nos problemas concretos que o projeto procura resolver, e não tanto numa visão global destas áreas da tecnologia. O tema abordado foi dividido em quatro secções: Manutenção preditiva, Categorização de máquinas e utilizadores, Sistema de recomendações e Motor de Complex Event Processing (CEP).

Manutenção preditiva

Nesta secção são identificados os principais benefícios que podem ser obtidos pelo uso de métodos de Machine Learning para a execução de manutenção preditiva em máquinas com as características apresentadas pela Yämmi. Também é proposta a estrutura de dados a ser usada para o histórico de anomalias para estas.

Por fim, é proposto um fluxo para tratamento de dados que permite gerar um modelo de manutenção preditiva, sendo também abordados parâmetros como a dimensão dos dados e complexidade do modelo usado.

Categorização de máquinas e utilizadores

Nesta secção são analisados os métodos para criação de perfis de utilizador assim como perfis de máquina. É estabelecida a distinção entre utilizador e consumidor, e são identificados os elementos de categorização de utilizador, assim como as principais funcionalidades a desenvolver. No que se refere aos perfis de máquina são analisados dois possíveis processos para sua obtenção.

Por fim são propostos quais os algoritmos a usar para ambos os tipos de categorização.

Sistema de recomendações

Nesta secção é feito o paralelismo entre o sistema de recomendações para a Yämmi e outros sistemas de recomendação como os observados em algumas das plataformas multimédia mais populares. Também são identificados os parâmetros relevantes para a criação da funcionalidade de recomendação de receitas.

Complex Event Processing (CEP)

Nesta secção foram identificados os use cases que se podem obter através do uso de CEP. Foi explorado o conceito de CEP e foi feito o seu enquadramento com o mundo IoT. De seguida foi feita uma análise do motor CEP e conceitos inerentes: Evento, Filtros, Janelas, Uniões, Padrões e sequências e Stream analytics. Por último foi explicitado como o uso de predição analítica em conjugação com um motor CEP pode ser usado para extrair vários benefícios face a uso destas tecnologias individualmente.

Este relatório permitiu formar uma visão mais clara dos requisitos a desenvolver na fase seguinte, bem como da análise da paralelização das tarefas, de modo a tornar o desenvolvimento mais rápido e eficiente. Permitiu igualmente ter mais informação acerca do perfil dos recursos necessários para o desenvolvimento. Foram abordados e definidos requisitos não funcionais, de segurança (principalmente na autenticação), usabilidade e performance (principalmente na conectividade). Ficou igualmente clara a necessidade em termos de equipamentos, ambientes e softwares.

Principais resultados

- Especificação técnica das soluções de inteligência analítica efetuada;
- Produção do Deliverable E2.5 - Relatório de especificação das soluções de inteligência analítica.

Tarefa 3.1 - Conceção e desenvolvimento das soluções de interface e conectividade

Tarefa 4.1 - Construção dos protótipos das soluções de interface e conectividade

Ambas as tarefas estão muito associadas. O trabalho executado divide-se essencialmente em três partes:

- Aplicação móvel.
- Aplicação do LCD.
- BackOffice web.

Aplicação móvel

Foram desenvolvidas aplicações móveis semelhantes, para Android e iOS. As aplicações foram desenvolvidas em Flutter - tecnologia híbrida de desenvolvimento Android e iOS. A utilização desta tecnologia permite a otimização dos recursos e do esforço de desenvolvimento, uma vez que não implica a construção de duas aplicações Android e iOS de raiz, e em paralelo.

Os desenvolvimentos das apps móveis foram concluídos, focando os seguintes requisitos alto-nível:

1. Ecrã de *loading (splashscreen)*.
2. Ecrã de login.
3. *Homepage*:
 - “Carrossel” com notícias Yämmi.
 - Sugestões de receitas.
4. Área de receitas:
 - Lista de receitas, representadas por um cartão com imagem, título, categoria, tempo de preparação, dificuldade, doses e versão da Yämmi.
 - Pesquisa de receitas.
5. Detalhe da receita:
 - Informação geral: imagem, título, categoria, tempo de preparação, dificuldade, doses e versão da Yämmi.
 - Separadores com informação específica: ingredientes, passos para preparação, informação nutricional.
 - Integração de ingredientes de pescado com o módulo de rastreabilidade.
 - Recolha de informação nutricional da aplicação de Inteligência Nutricional da Fraunhofer (prova de conceito).
 - Botão para iniciar a execução da receita passo a passo.
 - Ecrãs para execução da receita passo a passo.
 - Integração com a aplicação de Inteligência Nutricional da Fraunhofer, de modo a enviar a lista de ingredientes de uma receita e colocar num carrinho de compras da app Continente Online.
6. Ecrã de emparelhamento, permite ler um *QR code* da app LCD de uma Yämmi e efetuar o emparelhamento (ou desemparelhamento):
 - Comunicação BackOffice <-> apps móveis - implementação com WebSocket, para envio de instruções de passos das receitas, de modo a serem comunicadas à app LCD.
 - Preparação de middleware para envio de instruções para a execução automática de duas receitas, integradas com o dispensador de alimentos da Uninova, como prova de conceito.
7. Menu mais:
 - Área pessoal do utilizador *logged in*:
 - Informação pessoal: género, idade, localização, nº de refeições diárias.
 - Categorias alimentares preferidas: carne, peixe, sopas, pão, vegetariano, massas, entradas, sobremesas, bebidas, etc.

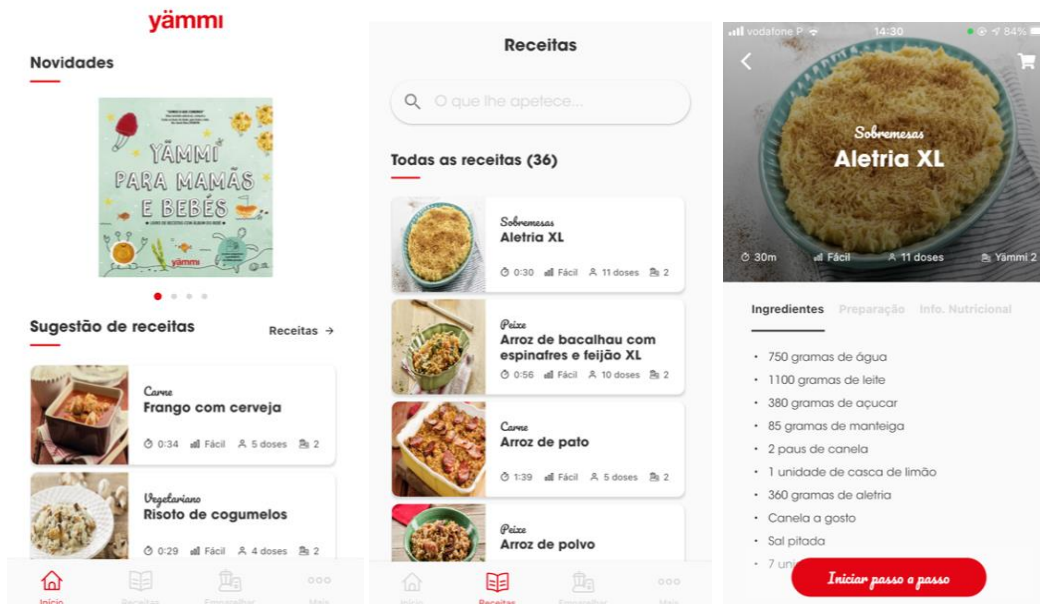
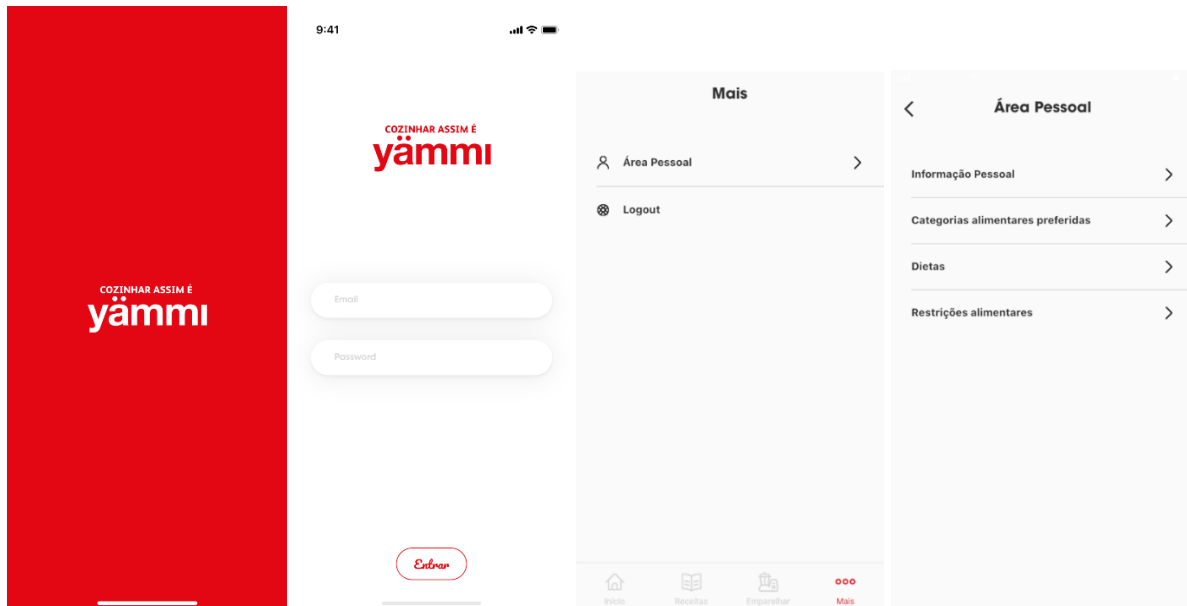
Cofinanciado por:



UNIÃO EUROPEIA
Fundo Europeu
de Desenvolvimento Regional

- Dietas: baixo colesterol, diabéticos, sem lactose, sem glúten, baixas calorias, rica em vitaminas, rica em proteínas, rica em ferro, etc.
- Restrições alimentares: glúten, lactose, marisco, amendoins, frutos secos, açúcar (diabetes), ovos, soja, etc.
- Logout.

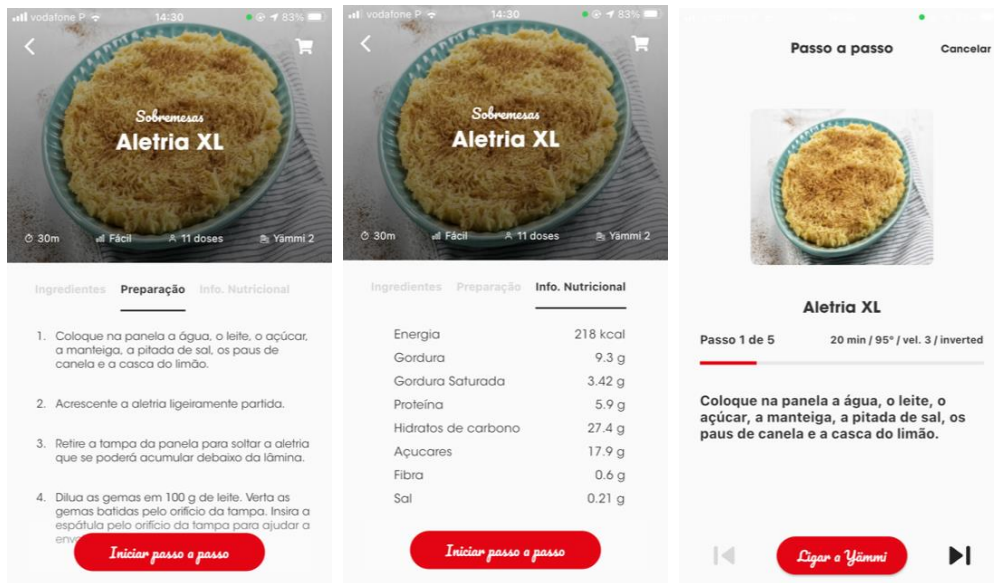
Seguem imagens dos ecrãs desenvolvidos:



Cofinanciado por:



UNIÃO EUROPEIA
Fundo Europeu
de Desenvolvimento Regional



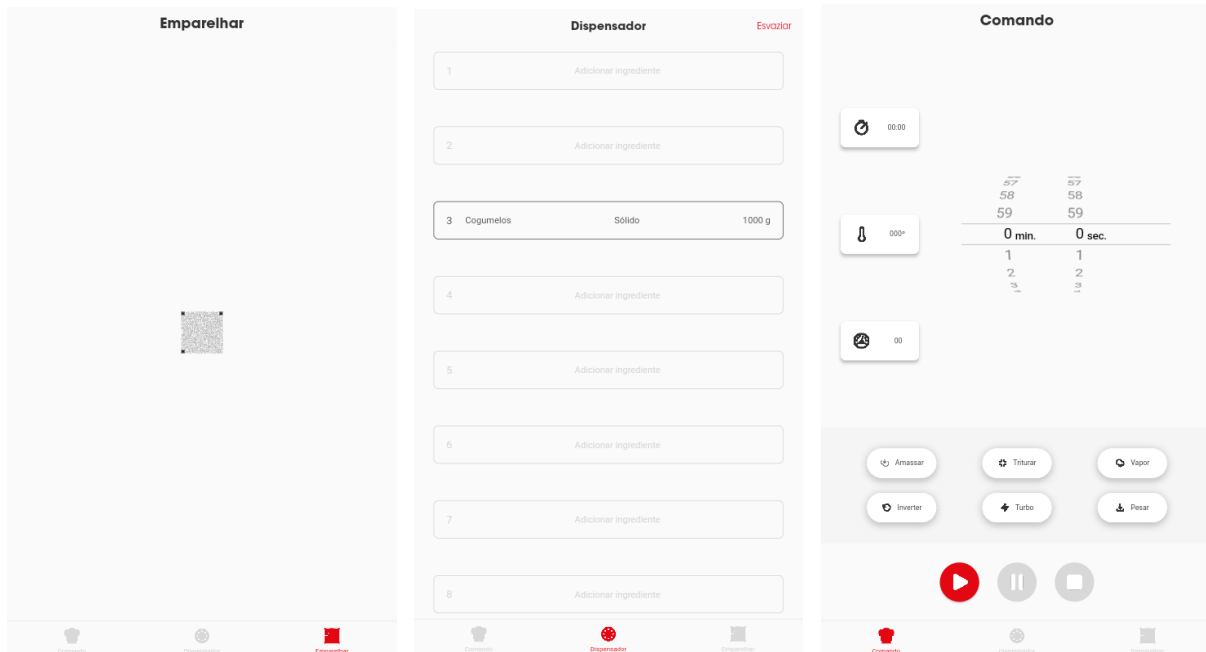
Aplicação do LCD

A aplicação para o LCD da Yámmi também foi desenvolvida em Flutter, mas neste caso apenas a versão Android é relevante.

Os desenvolvimentos da app do LCD estiveram em curso, focando os seguintes requisitos alto-nível:

1. Ecrã de comando, sendo possível comandar a Yámmi, sem recurso aos botões físicos. Comunicação com a *board* da Yámmi via porta série.
2. Ecrã de emparelhamento, carregamento e calibração do dispensador de alimentos, como prova de conceito para gerir os alimentos presentes no dispensador, e as suas quantidades.
3. Comunicação BackOffice <-> app LCD – implementação com Azure IoT Hub, para comunicação de informação da Yámmi para o BackOffice.
4. Ecrã de emparelhamento com as apps móveis, através de *QR code*.

Seguem imagens dos ecrãs desenvolvidos:



BackOffice

O BackOffice consiste num portal web que permite gerir tanto as Yämmis, como o conteúdo das aplicações móveis. O Backend é desenvolvido em Java com Spring e o Frontend em ReactJS. A base de dados relacional é PostgreSQL. O alojamento da solução é feito em Microsoft Azure.

Os desenvolvimentos do *BackOffice* foram concluídos, focando os seguintes requisitos alto-nível:

Back-end:

1. Modelo de dados de suporte ao protótipo app Yämmi.
2. Registo de utilizadores do *BackOffice* e da app móvel.
3. Login do *BackOffice* e da app móvel.
4. Gestão de utilizadores do *BackOffice* e da app móvel.
5. Modelo para receitas e gestão de receitas.
6. Carregamento de receitas do portal *yammi.pt* no novo modelo.
7. Integração com a solução de inteligência nutricional da Fraunhofer – recolha da informação nutricional das receitas.
8. Integração com a solução de rastreabilidade do Continente Online – ligação entre algum do pescado e *link* para a sua informação de rastreabilidade.
9. Autenticação e emparelhamento apps móveis -> app LCD.
10. Comunicação *BackOffice* <-> app LCD – implementação com Azure IoT Hub e REST API:
 - Comunicação de informação da Yämmi para o BackOffice (IoT Hub):
 - Mensagens de estado.
 - Mensagens de erro.
 - Mensagens de operação.
 - Comunicação de comandos para execução de passos de receitas, do *BackOffice* para a Yämmi (IoT Hub).
11. Comunicação *BackOffice* <-> apps móveis - implementação com *WebSocket* e REST API:

Cofinanciado por:



UNIÃO EUROPEIA
Fundo Europeu
de Desenvolvimento Regional

- Alimentação das apps móveis com informação - login, perfil do utilizador, receitas, recomendações, etc. (REST API).
- Comunicação de alterações de informação realizadas nas apps móveis (REST API).
- Envio de instruções de passos das receitas, para serem comunicadas à app LCD (*WebSocket*).

Seguem mockups ilustrativos dos ecrãs:

The screenshot shows a web dashboard for a machine named 'Máquina'. The interface is divided into a left sidebar and a main content area. The sidebar, titled 'yämmi2', contains a menu with items: Máquinas, Receitas, Ingredientes, Artigos, Admin, Users, and Roles. The main content area has a header with 'Máquina' and 'Maquinas > Máquina', and a user profile 'Username Sign out'. Below the header, there are four cards displaying machine details: 'Nº de série' (1027), 'Última comunicação' (03-06-2020 | 17:47), 'Software' (v3), and 'Firmware' (v2). A navigation bar below these cards includes 'Estado', 'Utilização', 'Anomalias', 'Análise', and 'Tickets'. The 'Operação' section contains four cards: 'Tempo em operação' (09:59), 'Velocidade' (4), 'Direção da rotação' (Direita), and 'Peso' (225 g). The 'Motor' section contains four cards: 'Corrente do motor' (Info), 'Tensão do motor' (Info), 'Temperatura do motor' (Info), and 'Temperatura da drive do motor' (Info).

Máquina
Username
Sign out

Nº de série
1027

Última comunicação
03-06-2020 | 17:47

Software
v3

Firmware
v2

Estado **Utilização** Anomalias Análise Tickets

Nº total de operações
346

Tempo de funcionamento
horas/dias

Ciclo de vida dos componentes

Componente	Utilização	Limite do fabricante	Limite previsto
Motor	134	350	290
Drive Motor	126	250	270
Encoder motor	109	160	130 + 21 utilizações
Copo	112	180	180
Tranca do copo	140	130	130
Vedantes	Data	Data	Data

Total por Operações

Amassar 87 Triturar 173 Vapor 86

Tarefa 3.5 - Conceção e desenvolvimento das soluções de inteligência analítica

Tarefa 4.5 - Construção de protótipos das soluções de inteligência analítica

Os desenvolvimentos do *BackOffice* foram concluídos, focando os seguintes requisitos alto-nível:

Back-end:

1. Caracterização de receitas com base em critérios como: tipo de ingredientes, nutricionalmente saudável, dificuldade, tempo de execução, etc.
2. Caracterização de perfis de utilizadores, de modo a fazer sugestões direcionadas aos seus gostos pessoais:
 - Caracterização com base no género, idade, localização, nº de refeições diárias, etc.
 - Recolha de padrões de utilização da Yämmi:
 - Receitas mais realizadas.
 - Ingredientes mais consumidos.
3. Caracterização de perfis de utilização da máquina Yämmi, com base nos logs de utilização, erro e estado:
 - Operações/funções mais realizadas.

- Registo de erros da máquina.
- Indicadores do estado da máquina.

O perfil da máquina será usado para deteção de anomalias e ações de manutenção.

4. Simulação de um histórico de dados de utilização da Yämmi.
5. Implementação de algoritmos para a sugestão de receitas, com base nas preferências dos utilizadores, no padrão de utilização da Yämmi e no perfil de preferências e restrições alimentares.
6. Implementação de algoritmos para a deteção e previsão de anomalias, com base no perfil de utilização da Yämmi:
 - Deteção de anomalias.
 - Aplicação de técnicas preditivas sobre os dados de utilização para previsão de anomalias.
 - Planeamento de ações de manutenção com base nas anomalias previstas.

Front-end:

1. Desenvolvimento de base de *front-end* com as funcionalidades e design básico: menu, estilos base para caixas de *input*, listagens, *tabs*, cartões, *pop-ups*.
2. Página da Yämmi, com informação de:
 - Estado atual.
 - Utilização.
 - Erros, anomalias detetadas e previstas.
 - Consumo energético.

A análise de dados foca-se nas anomalias, e no seu relacionamento com a utilização da Yämmi. Pretendeu-se assim formar padrões de utilização e relacionar os mesmos com a ocorrência de determinadas anomalias. Além da possibilidade que esta análise oferece em termos de melhoria de conceção do produto Yämmi, bem como em termos de indicações de manutenção preventiva, será também possível fazer uma manutenção preditiva. Com base em certos padrões de utilização, será possível prever futuras anomalias relacionadas com os mesmos.

Outro foco da análise é numa vertente mais comercial. Prende-se com a extração e análise de dados dos utilizadores:

- Padrões de utilização da Yämmi.
- Tipos de receitas mais realizadas.
- Ingredientes mais consumidos.
- Categorização de clientes em termos de hábitos e restrições alimentares.

Dessa forma, é possível fazer uma recomendação de receitas direcionada a cada utilizador.

O *front-end* permite um acesso aos dados de utilização, consumo energético e *insights* preditivos, para cada Yämmi, com foco na experiência do utilizador.