

Sistema de Recomendação Autoexplicativo de Gestão de Alimentos

Carlos Matos

carlosmiguel@student.dei.uc.pt

Mariana Magueijo

magueijo@student.dei.uc.pt

**Departamento de Engenharia Informática
Inteligência Artificial Centrada no Humano – MECD**

Abstract

Existe, na sociedade atual, uma grande quantidade de dados, criando uma necessidade da existência de uma filtragem de informação que chega ao utilizador, tendo em conta as suas necessidades e preferências. Um sistema de recomendação é importante para sugerir produtos ou processos relevantes para o utilizador, podendo economizar tempo, melhorar a experiência do mesmo e aumentar o seu lucro. No entanto, não basta apresentar resultados se não explicamos as razões e motivações para os mesmos, que visam aumentar a confiança e contentamento, para que estes possam tomar decisões mais eficientes baseadas em factos. Visando alcançar este objetivo, decidimos criar um Sistema de Recomendação Autoexplicativo de Gestão de Alimentos. Pretendemos diminuir o desperdício alimentar, apresentando receitas com os alimentos disponíveis.

Palavras-chave: desperdício alimentar, sustentabilidade, gestão de alimentos, sistemas de recomendação

Introdução

Anualmente são desperdiçados cerca de 1.3 biliões de toneladas de alimentos produzidos, equivalente a um terço de toda a comida a nível mundial. Não são poucas as vezes que compramos alimentos sem saber que os temos em casa, acabando por deixar passar a data de validade e contribuindo para o aumento dos números acima referidos. Segundo as estimativas da Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura de 2019, 14% do desperdício alimentar é feito entre a colheita

e o retalho e outros 17% são desperdiçados entre o retalho e o consumidor. Os principais problemas encontrados assentam em três pilares de sustentabilidade e responsabilidade social:

1. **Questões éticas:** Num mundo onde mais de 700 milhões de pessoas, o equivalente a quase 10% da população, passa fome, é essencial criarmos mecanismos e mentalidades de mudança e consciencialização para o problema. Estudos recentes mostram que 80% dos recursos naturais do mundo são usados por apenas 20% da sua população.
2. **Impacto económico:** O dinheiro gasto em produtos que não vão ser utilizados é um fator de perda não só para os consumidores, mas também para a economia mundial devido a toda a água, luz, gás, combustíveis, matéria-prima e mão de obra que são utilizados em vão. Segundo os dados do Fundo das Nações Unidas para Alimentação, o custo económico do desperdício alimentar ronda os setecentos e cinquenta milhões de dólares por ano.
3. **Sobrecarga da Terra:** O desperdício de comida não é apenas um problema social e económico, mas também ambiental. Dia 2 de agosto de 2023 foi registado o momento em que a humanidade consumiu uma quantidade de recursos naturais maior do que a capacidade de regeneração do planeta para o resto do ano, começando a utilizar recursos que só deveriam ser

consumidos em 2024. O excesso de produção causa um enorme dano ambiental nos solos e nas águas, aumentando a nossa pegada ecológica e dívida ambiental, assim como contribuindo para produtos com menos qualidade e menos ricos em vitaminas e minerais. A Organização das Nações Unidas avança que 30% do consumo energético mundial e 22% dos gases que provocam o aquecimento global são responsáveis pela indústria alimentar. Segundo cálculos das Nações Unidas, em 2050 seremos mais de 9000 milhões de seres humanos na Terra, necessitando de produzir mais 60% de alimentos do que o atual. Tendo isto em conta, optamos pela escolha deste tema, de modo a arranjarmos uma solução para os problemas acima descritos, com um objetivo principal de reduzir o desperdício alimentar e alcançar a sustentabilidade.

Trabalho relacionado

Existem diversos sistemas de recomendação de filtragem colaborativa. Esta abordagem é normalmente utilizada para fornecer sugestões personalizadas aos utilizadores, baseando-se na análise dos comportamentos e preferências de diversos utilizadores com um perfil semelhante. O objetivo é identificar padrões e semelhanças entre utilizadores.

Já existem alguns sistemas que recomendam receitas com base no que o cliente possui, porém estes são aplicados em dispositivos inteligentes, como é o caso dos frigoríficos. No entanto, estes programas não incluem todos os produtos disponíveis, apenas os que estão no frigorífico, sendo os mais conhecidos o Samsung Family Hub Refrigerator e o LG InstaView ThinQ., enquanto o nosso sistema irá recomendar receitas para todos os produtos presentes nas casas dos consumidores. Também existem supermercados online que fazem a distribuição dos produtos com um grande desconto devido à validade dos mesmos, como é o caso do Good After. Após feita esta pesquisa, concluímos que não existe nenhuma aplicação que seja capaz de recomendar receitas ordenadas tendo em conta o prazo de validade dos alimentos e stock existente; que faça uma

contabilização do stock, podendo sugerir o que é preciso comprar, quando já há pouca ou nenhuma quantidade de um certo alimento; e ainda alertar quando os alimentos estão a passar a validade.

Materiais

Para a escolha do dataset, recorremos à plataforma Kaggle e utilizamos o que mais fazia sentido, consoante o que tínhamos em mente para o nosso trabalho. Sendo assim escolhemos o “Recipe Ingredients and Reviews”. Após isto fizemos um tratamento dos dados, pois necessitávamos de saber quanto tempo demorava a receita a ser feita, e esses dados estavam em string. Para tal, acrescentamos uma coluna chamada “Total Time (min)” com os tempos de cada receita.

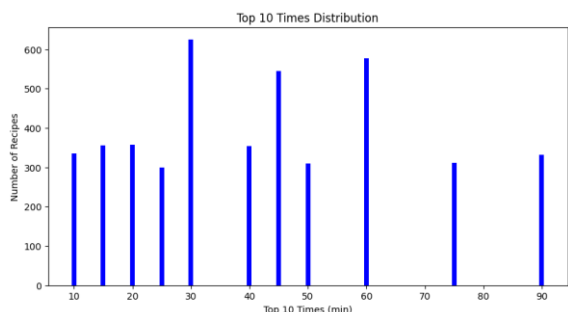
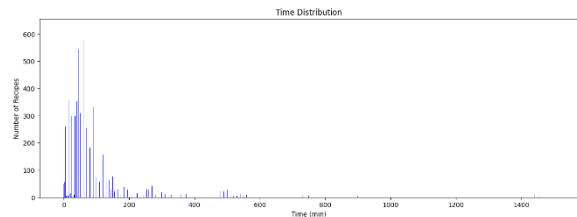
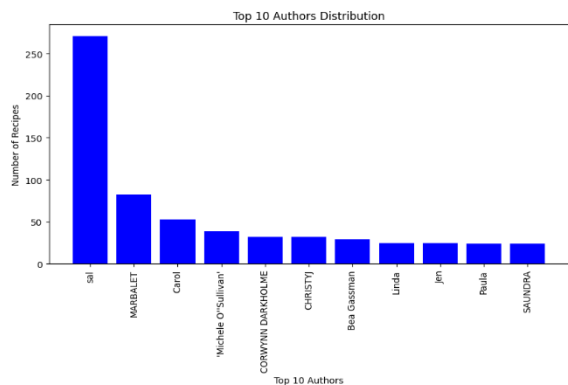
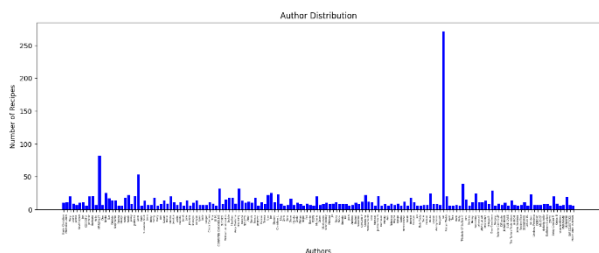
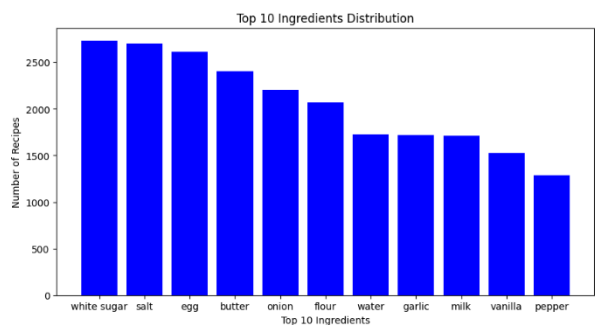
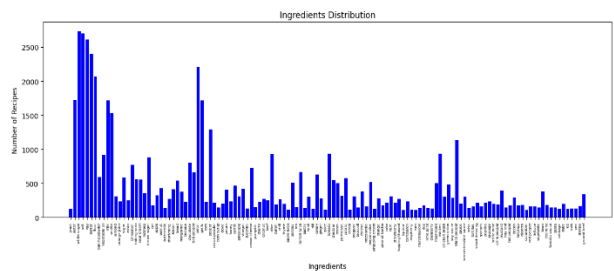
Após isso, notamos que havia tempos que não estavam definidos no dataset original, aparecendo com um “X”, e visto que apenas eram recomendadas receitas ao utilizador com base no tempo que ele tinha disponível para as fazer, decidimos eliminar todas as linhas que continham um “X” na coluna “Total Time”. Ainda retiramos algumas colunas que achávamos que não eram relevantes para o nosso sistema de recomendação, sendo estas: “Recipe Photo”, “Prepare Time” e “Cook Time”.

De modo a ser possível recomendar receitas com base nos ratings atribuídos por todos os utilizadores da nossa plataforma, criamos um dataset “user_reviews.csv”, este contém uma coluna para o nome do utilizador, e outras 6, cada uma com um ranking de 0 a 5. Cada um dos ratings contém uma string com o nome das receitas que esse user avaliou com esse rating. Visto que este dataset foi criado por nós, e o nosso dataset de receitas (“Final_recipes.csv”) contém aproximadamente 8 mil linhas, decidimos acrescentar mais, e para isto escolhemos 100 receitas aleatórias por utilizador atribuídas aleatoriamente a um rating.

Por fim, cada utilizador necessita de ter uma dispensa com os seus ingredientes, as quantidades, a data de validade do produto e o seu respetivo id. Este id serve para caso haja dois produtos com o mesmo nome, mas com datas de validade distintas conseguimos distinguir facilmente.

Consideramos também importante a distribuição dos ingredientes usados nas

receitas, de autores das receitas e dos tempos que estas demoram a ser feitas. As imagens serão enviadas em anexo, para melhor visualização.



Abordagem

Após o tratamento de dados explicado acima, estávamos aptos para desenvolver o nosso sistema de recomendação. A nossa abordagem passou por uma avaliação de utilizadores com um perfil parecido ao do utilizador que está registado.

Dito isto, fizemos uma abordagem de filtro colaborativo, aplicando o seguinte raciocínio: se a pessoa A é parecida com a pessoa B e A gostou de uma receita, é provável que B também goste.

Em suma definimos um conjunto de características que uma receita tem de ter para ser apresentada ao nosso utilizador:

- **Ingredientes fora de validade:** Uma vez que o foco do nosso projeto é o combate ao desperdício alimentar, consideramos que este seria o ponto principal da nossa plataforma. Deste modo são apresentadas as receitas que utilizam mais ingredientes fora de validade com o objetivo do utilizador puder consumir estes produtos antes de se estragarem.
- **Ranking:** Utilizamos o Coeficiente de Jaccard, baseando-nos no comportamento e preferências de usuários semelhantes. Sendo este coeficiente uma medida de similaridade entre conjuntos, começamos por calcular a interseção e união dos conjuntos de receitas do nosso cliente com os diferentes utilizadores, conseguindo perceber quais tinham gostos mais parecidos. Utilizamos a

seguinte fórmula para determinar os valores de similaridade de Jaccard:

$$J(A, B) = \frac{A \cap B}{A \cup B}$$

Só consideramos valores superiores a 0.7, pois não faz sentido termos em conta a opinião de utilizadores que não são similares.

Para calcular a previsão verificamos a classificação dada à receita pelos utilizadores mais similares.

Aplicamos isto para cada receita, fazendo o somatório da similaridade de todos utilizadores selecionados multiplicado pelo ranking dado por estes.

$$P(A, receita) = \frac{\sum \text{similaridade} \times \text{ranking}}{\sum \text{similaridade}}$$

Se o utilizador já tiver classificado a receita, não faz sentido fazer uma previsão para a mesma.

Dito isto, seriam apresentadas as receitas que tivessem um ranking dado pelo utilizador ou uma previsão superior a 3.

- **Ingredientes em falta:** Uma vez que é um sistema de recomendação para os produtos que temos em casa, decidimos que não podiam faltar mais que dois ingredientes.
- **Tempo gasto pretendido:** quando o cliente decide escolher uma receita para fazer, é-lhe pedido para dizer quanto tempo é que este está disposto a despende para tal. Desta forma, filtramos uma grande quantidade de receitas, aumentando a performance do nosso algoritmo.
- **Autores preferidos:** Uma receita está associada a um autor. Dito isto, é provável que um utilizador tenha autores favoritos com base na avaliação dada às suas receitas, onde é aplicado uma filtragem baseada em conteúdo. Se o utilizador gostou de várias receitas de um autor, é provável que também vá gostar das próximas.

Experimentação

Para experimentar o nosso sistema, o utilizador tem de estar registado e entrar com a sua conta. Para demonstrar como funciona, entramos com o utilizador Carlos, que tem a seguinte dispensa:

```
Ingredients,Quantity,Expiration Date,Id
yeast,1,2025-06-26,0
flour,3,2024-01-26,1
egg,16,2023-12-29,2
milk,2,2023-12-26,3
margarine,1,2023-04-23,4
salt,2,2025-11-29,5
white sugar,1,2024-05-29,6
bread,5,2023-12-15,7
vegetable oil,3,2025-06-15,8
onion,9,2023-12-19,9
yogurt,2,2023-12-15,10
baking powder,2,2024-12-15,11
brown sugar,6,2025-04-19,12
butter,3,2024-03-22,13
honey,4,2025-10-18,14
banana,3,2023-12-15,15
milk,1,2023-12-28,16
garlic,6,2023-12-28,17
salt,1,2025-12-29,18
beer,24,2025-06-16,19
meat,3,2023-12-16,20
salmon,2,2023-12-12,21
chicken,3,2023-12-26,22
egg,4,2023-12-01,23
vanilla,4,2023-12-01,24
nutmeg,4,2023-12-01,25
bake,4,2023-12-01,26
water,4,2023-12-01,27
applesauce,4,2023-12-01,28
cocoa powder,4,2023-12-01,29
baking soda,4,2023-12-01,30
mariana,1,2022-12-02,31
coconut,1,2024-12-02,32
```

Depois disto, existe a opção de verificar que produtos é que já passaram da validade e aqueles que estão perto. Como cada utilizador tem a sua dispensa, é possível adicionar ou remover um produto, assim como fazer uma receita e dar um ranking a uma receita já feita.

```
----- Hi Carlos -----
Current date: 2023-12-5
Do you want to know what ingredients are expired and what are about to expire? (1- Yes/2- No)
1- Register Product
2- Eliminate Product
3- Make Recipe
4- Rank a Recipe
5- Leave
```

A parte do sistema de recomendação foca-se na opção 3 (Make a recipe), onde pode escolher pelo ranking do nosso sistema de recomendação ou por autores favoritos.

```
----- Make Recipe -----
What recipes do you want? (1-By recipes ranking/2-By author ranking)
```

➤ By recipes ranking:

```

----- Make Recipe -----
What recipes do you want? (1-By recipes ranking/2-By author ranking)
Time to spent doing the recipe: 40m
-----
Here you have our recommended recipes!
-----
Recipes with ingredients almost expired:
French Toast I Recipe : ***
  -Ingredients about to expire: bread;
  -Ingredients missing: cinnamon;
Cream of Tomato Soup Recipe : 0
  -Ingredients about to expire: onion;
  -Ingredients missing: tomato;
-----
List of recipes recommended(by rating):
Fondant Frosting Recipe : ****
  -Ingredients missing: corn syrup; almond;
Chicken and Cheese Crescents Recipe : ****
  -Ingredients missing: cheddar; crescent roll;
Cream Peas Recipe : **
  -Ingredients missing: pea; cream;
Almond Filling Recipe : *
  -Ingredients missing: cornstarch; amaretto;
Orange Glaze II Recipe : 0
  -Ingredients missing: orange juice;
1- Register Product
2- Eliminate Product
3- Make Recipe
4- Rank a Recipe
5- Leave

```

➤ By author ranking:

```

----- Make Recipe -----
What recipes do you want? (1-By recipes ranking/2-By author ranking)
Time to spent doing the recipe: 40m
-----
Here you have our recommended recipes!
-----
Recipes with ingredients almost expired:
French Toast I Recipe : ***
  -Ingredients about to expire: bread;
  -Ingredients missing: cinnamon;
  -Author: Jan Bittner
-----
List of recipes recommended(by rating):
Chicken and Cheese Crescents Recipe : ****
  -Ingredients missing: cheddar; crescent roll;
  -Author: KAYG
Coconut Candies Recipe : ****
  -No ingredients missing
  -Author: sal
1- Register Product
2- Eliminate Product
3- Make Recipe
4- Rank a Recipe
5- Leave

```

Uma vez que podem existir receitas que ainda não foram avaliadas, não seria justo essas nunca serem recomendadas a menos que fossem de um autor que o utilizador já tivesse dado uma avaliação a uma das suas receitas. Como tal, decidimos apresentar as 10 receitas sem ranking que tem mais produtos quase a passar a validade, de modo a combater isto.

Validação

Decidimos avaliar o desempenho do nosso sistema de recomendação pedindo a opinião a várias pessoas. Não houve seleção das mesmas, porque não é preciso nenhum conhecimento prévio sobre cozinha ou alimentos. Assim pedimos a 7 pessoas para interagir e analisar o nosso sistema, preenchendo, de seguida, um pequeno formulário para a recolha dos dados.

- Já sentiu a necessidade de controlar o desperdício alimentar na sua casa? (de 0 a 5)

Máximo	Mínimo	Média	Desvio padrão
5	3	4	0.75

- Considera o sistema intuitivo e fácil de perceber? (de 0 a 5)

Máximo	Mínimo	Média	Desvio padrão
5	4	4.7	0.45

- Considera correta a ordenação das receitas recomendadas? (de 0 a 5)

Máximo	Mínimo	Média	Desvio padrão
5	3	3.8	0.83

- Considera suficiente a quantidade de receitas apresentadas?

Máximo	Mínimo	Média	Desvio padrão
5	4	4.85	0.34

- O quão útil considera este sistema? (de 0 a 5)

Máximo	Mínimo	Média	Desvio padrão
5	4	4.7	0.45

Conclusão

Concluindo, estamos contentes com o trabalho desenvolvido neste projeto, e consideramos um projeto para continuar a ser desenvolvido, pois como foi acima referido, seria um método de combate útil ao desperdício alimentar.

Pelo caminhado deparamo-nos com algumas dificuldades, inicialmente não conseguíamos encontrar um dataset adequado para o nosso trabalho. Durante o desenvolvimento do trabalho foi a escolha de uma métrica para a recomendação das receitas, que levou à criação de outro dataset, gerado por nós

A nível do sistema de recomendação, que era o pedido para ser implementado, através das várias métricas existentes, conseguimos perceber melhor como funcionam estes sistemas, e qual destas métricas seria mais útil para aplicar no nosso caso, sendo esta o Coeficiente de Jaccard. Tendo isto em conta, achamos que apresentamos um bom sistema de recomendação, com uma boa explicabilidade para cada receita e dando variadas opções ao utilizador.

Vendo este trabalho como um projeto de continuação, a interface do utilizador seria uma das funções a melhorar, o nosso dataset de receitas poderia ser mais completo e mais extenso e ter um dataset de ratings de receitas que não contenha valores aleatórios.

Referências

- <https://canalsolar.com.br/terra-atinge-esgotamento-dos-recursos-naturais-para2023/> **acedido a 14 de outubro**
- <https://www.fpcardiologia.pt/desperdicioalimentar/> **acedido a 14 de outubro**
- <https://expressodasilhas.cv/pais/2013/09/13/custos-economicos-do-desperdicioalimentar-podem-chegar-a-750-mil-milhoes-de-dolares-por-ano/39723> **acedido a 14 de outubro**
- https://actaportuguesadenutricao.pt/wp-content/uploads/2020/03/07_ArtigoOriginal.pdf **acedido a 14 de outubro**
- <https://www.waste360.com/foodwaste/how-overproduction-food-waste-s-biggest-culprit-and-opportunity> **acedido a 14 de outubro**
- <https://netimpact.org/blog/overproduction-overconsumption-consequences> **acedido a 14 de outubro**
- <https://www.eir.info/2016/07/07/agricultural-overproduction-and-the-deteriorating-environment/> **acedido a 14 de outubro**
- <https://www.iberdrola.com/sustentabilidade/sustentabilidade-alimentar> **acedido a 14 de outubro**
- <https://moveforhunger.org/the-environmental-impact-of-food-waste> **acedido a 14 de outubro**
- <https://www.food4sustainability.org/pt/post/desperdicio-alimentar-o-desafio> **acedido a 14 de outubro**
- <https://jornaleconomico.pt/noticias/desperdicio-alimentar-custa-336-mil-milhoes-anuais-aos-portugueses/> **acedido a 14 de outubro**
- <https://www.samsung.com/us/explore/family-hub-refrigerator/overview/> **acedido a 15 de outubro**
- <https://www.lg.com/us/refrigerators/lgLNXS30996D-door-in-door> **acedido a 15 de outubro**
- <https://www.kaggle.com/datasets/kanaryayi/recipe-ingredients-and-reviews> **acedido a 2 de novembro**