

Classificando receitas de cerveja utilizando redes neurais

Esse trabalho consiste em apresentar uma abordagem no reconhecimento de um estilo de uma cerveja artesanal tanto para o cervejeiro caseiro quanto para a indústria cervejeira, à partir de parâmetros físico químicos presentes na cerveja e na sua receita. A partir de informações possíveis oriundas de análises e medições através de equipamentos laboratoriais, tais como cromatógrafo, densímetro dentre outros, ferramentas essas utilizadas para medir e analisar uma cerveja pronta ou no seu processo de produção.

Atualmente os softwares, aplicativos ou sites para desenvolvimento de receitas de cerveja disponíveis no cenário do cervejeiro caseiro ou microcervejarias e até mesmo cervejarias de grande porte, funciona da seguinte maneira, primeiramente você escolhe qual será o estilo e escola da receita que será desenvolvida, e com esse ponto de partida, você desenvolve sua receita, sempre se enquadrando no estilo, e permanecendo dentro do range do estilo, parâmetros esses observados nos maiores guias de estilos da cerveja que são BJCP(Beer Judge Certification Program) e BA(Brewers Association). Com o classificador, a proposta é analisar os pontos que são possíveis serem identificados através dos equipamentos, desconsiderando a análise sensorial, e trazer ao usuário qual é o estilo daquela cerveja analisada ou da receita que está sendo elaborada.

Hoje no cenário da cerveja artesanal, encontramos dois guias que são referências para a produção de cerveja artesanal, o BJCP, esse com maior foco no cervejeiro caseiro, e o BA, já focado para as cervejarias pequenas e independentes. Os dois fornecem para a comunidade cervejeira o seu guia de estilos, mas cada um possui suas particularidades para a participação como produtor ou juiz, e tendo também pequenas variações para os estilos, mas tendo o mesmo propósito em comum, aprimorar o setor, catalogar estilos e servindo como base para o mercado. A maior diferença entre eles é, o BA é voltado para os fabricantes de cerveja, já o BJCP foca na formação de juízes e também por ter seu vínculo com cervejeiros caseiros e julgar concursos dos cervejeiros caseiros, possui uma forte ligação com o público, e tem suas descrições mais detalhadas no seu guia de estilos, contribuindo assim com o cervejeiro caseiro, possa elaborar sua receita com mais informações técnicas e também sensoriais, apoiando no desenvolvimento de suas receitas.

Compreendendo que existem guias de estilos, e parâmetros para serem seguidos na elaboração de uma receita de cerveja, e até mesmo o cervejeiro caseiro segue essas diretrizes, precisamos compreender à respeito da cerveja e como funciona o processo de elaboração de uma receita e o seu processo produtivo, onde cada informação é possível ser adquirida e em qual momento é analisada, e para que serve cada uma dessas informações.

Pesquisas datam a história da cerveja à milhares de anos atrás, existem registros que apontam o início da cultura cervejeira na época da Mesopotâmia, 7000 a.C. A cerveja possui muitas lendas e folclores também em torno dela e sua história, tais como a deusa da cerveja, conhecida como Ninkasi.

Dos primórdios até os dias de hoje a cerveja vem sofrendo uma constante evolução.

Seguindo a linha do tempo extraída do livro Radical Brewing de Randy Mosher, podemos constatar as seguintes informações:

5000 a.C.: Povos do Oriente Médio, deixam de ser nômades, pois não queriam mais carregar os jarros onde era armazenado as suas cervejas.

3000 a.C.: Os egípcios começam construir sua civilização, baseada na motivação gerada pela cerveja, nomeiam também um deus para a cerveja, conhecido como Seth.

1740 a.C.: Dá se origem ao código de Hammurabi, e nele continha informações acerca da cerveja e como a sua produção deveria ser feita e respeitada.

700-900 d.C.: Vikings aprendem a fazer cerveja, a partir de grãos e partes de árvores.

1350-1450: O lúpulo aparece na utilização da cerveja, substituindo outras ervas usadas anteriormente, conhecidas como gruit.

1500: A cerveja Lager surge na Alemanha, onde eram armazenadas em cavernas frias, conhecidas como Eiskeller Bier.

1516: É promulgado a lendária Lei de Pureza Alemã, Reinheitsgebot.

Avançando mais um pouco na história, temos algumas datas que foram marcantes para a história da cerveja, tais como 1915, onde surgiu o racionamento de cerveja durante a primeira Guerra Mundial, em 1919, surge a lei seca, surgindo bares clandestinos e drinks para disfarçar gostos e aromas desagradáveis, em 1934, a lata da cerveja é inventada, as cervejarias dos EUA que tiveram um pico em 1873, tem uma queda abrupta em 1976, já em 1995 a demanda por cerveja tem crescido muito, e o surgimento de novas cervejarias no mundo todo só aumenta a cada dia.

Agora que estamos devidamente situados na história e evolução da cerveja, precisamos compreender mais à respeito da sua parte técnica e também da sua produção.

No processo de produção de uma cerveja, tudo dá-se início à elaboração da receita, podendo ser da seguinte forma, cria-se uma receita do zero baseando-se na sua experiência sensorial, produtiva e qual objetivo deseja atingir com a receita em si e também apoiado pelo guia de estilos, neste trabalho teremos como base o guia de estilos BJCP, por tratar-se de receitas de cervejas caseiras, ou invés de criar uma receita partindo do zero, você pode simplesmente executar o clone de uma receita, baseando-se numa receita pronta, extraída de livros, sites ou grupos destinados à produção de cerveja artesanal, compartilhadas pela comunidade, essas duas formas apresentadas são algumas das opções mais comuns no cenário do cervejeiro caseiro.

A produção de uma cerveja, dá-se na sua forma mais básica com poucos ingredientes, água, malte, lúpulo e levedura, se seguirmos apenas esses quatro ingredientes, estaremos respeitando a lei de pureza Alemã, a famigerada Reinheitsgebot, lei essa que até os dias de hoje os Alemães seguem à risca na suas produções de cervejas. Uma breve explicação de cada um desses ingredientes, o malte, é gerado à partir do processo de malteação de algum grão, no caso, a maioria das cervejas são feitas na sua maior parte com malte de cevada, o malte por sua vez, no seu processo de malteação, ele passa também por um processo de secagem, na secagem é definido qual característica esse malte terá, por exemplo, se deixar mais tempo na secagem, o malte ficará cada vez mais escuro, e o amido presente nele, irá sofrer uma transformação, semelhante a quando estamos assando um pão, e quanto mais tempo deixamos no forno, a casca do pão fica mais crocante e mais escura, chegando até aos maltes mais escuros.

Para produzirmos uma cerveja, temos três passos principais no seu processo produtivo, que são, mosturação, fervura e fermentação.



Fonte: <https://elevationbeerco.com/inside-elevation/brewing-process/>

Na mosturação, é adicionado a água e os grãos em uma panela, é realizado um cozimento dos grãos, para conversão do amido contido no malte em açúcar, para ser consumido posteriormente pelas leveduras. Na fervura o mosto produzido no processo anteriormente, é elevado a temperatura até fervura, nela ocorre a esterilização do mosto e é adicionado lúpulos, para conferir amargor e aroma na cerveja. Após a fervura, o mosto é resfriado até a temperatura ideal de inoculação das leveduras, para dar início à fermentação do mosto, onde as leveduras irão consumir os açúcares presentes no mosto e transformar em álcool, gás carbônico e demais subprodutos, trazendo até aromas para a cerveja à partir da fermentação.

O malte é a principal fonte de açúcar para a cerveja, no processo de fabricação, é realizado o que é chamado de mosturação, que consiste na sacarificação, transformando o amido em açúcar, que posteriormente será consumido e fermentado pela levedura, gerando o álcool presente na cerveja e demais subprodutos, tais como os aromas e cores. Na foto à seguir é possível visualizar a diferença e escala de cores dos maltes.



Fonte: <http://www.brassagemforte.com.br/15-maltes-101/>

Outro ingrediente utilizado no processo de fabricação da cerveja é o lúpulo, ele é uma liana, angiosperma, da espécie *Humulus Lupulus*, da família Cannabaceae, com o lúpulo conseguimos conferir para a cerveja o amargor e também aromas, existem inúmeras variedades de lúpulos, cada um com seu potencial em amargor e aroma.



Fonte: <https://learn.kegerator.com/strata-hops/>

A levedura tem o papel fundamental na cerveja, sem ela não teríamos cerveja, pois é ela quem consome os açúcares, converte em álcool, gera aromas à partir da fermentação e nos entrega o tão famoso e denominado líquido sagrado. Para a cerveja existem duas famílias de leveduras amplamente conhecidas, e onde as cervejas são divididas também, que são as cervejas da família Ales e as Lagers, basicamente a diferença entre as Ales e Lagers, dá-se pela temperatura de fermentação, onde as Ales suporta temperaturas de fermentações mais altas que as Lagers, a cultura de levedura mais conhecida na família das Ales é a *Saccharomyces cerevisiae*, na Lager é a *Saccharomyces pastorianus*.

Agora que já conhecemos um pouco de cada um dos ingredientes principais para produzir uma cerveja, e também os procedimentos necessários para a fabricação de uma cerveja, vamos aos pontos que iremos analisar em uma receita, capazes de classificar a receita enquadrando dentro de um estilo.

Seguindo o guia de estilos BJCP, temos os seguintes itens vitais para a característica de uma cerveja, álcool, densidade do mosto, cor do mosto, amargor dos lúpulos. Cada um desses itens são representados da seguinte forma:

Álcool: medido em % por volume (ABV)

Densidade do mosto: medido como OG (Gravidade Original), a OG é aferida antes da fermentação.

Cor do mosto: representado em SRM, EBC. Os dois podem ser encontrados nas receitas, o BJCP utiliza o SRM, pois trata-se do método moderno, aferido através de espectrofotometria, o EBC em uma equivalência simples e aproximada, representa o dobro do SRM.

Amargor dos lúpulos: representado pela sigla IBU, que significa International Bitterness Unit, onde é medido partes por milhão de iso-alfa-ácidos presentes na cerveja pronta, determinado por espectrofotometria

Gravidade final: representada como FG, essa é a densidade final, após a cerveja ter sido fermentada.

Para a elaboração de uma receita, iremos nos basear na ferramenta fornecida pelo Brewer's Friend, o site uma plataforma capaz de você elaborar a sua receita, além disso ele conta com diversas receitas publicadas pela comunidade, e é dele que extraímos as receitas para o treinamento do nosso modelo. Conforme é possível visualizar no print.

Brewer's Friend *Brewing With Total Confidence*

COMMUNITY • TOOLS • SEARCH • BROWSE • MY BREWING • LEARN • NEW BEER RECIPE

Editing Recipe

RECIPE TOOLS VIEW PRINT SAVE AND SIGN UP BUY INGREDIENTS

Recipe Name: Author:

Units: Style:

Brew Method: Sub Category:

Batch Size: Boil Time:

Boil Size: Efficiency:

Pre: Post: Calc

Original Gravity Final Gravity ABV IBU SRM Mash pH Color & Style MORE...

Fermentables

0.00 lb Select Fermentable

PPG: *L: OG: PTS: DP:

Late Addition

Total: - DP: (Min: 30+)

Add Add Custom Sort

Hops

0.0 oz Select Hop

0 min Leaf/Whole x Boil x

Scale Util: % Temp: 212 °F

IBUs: Util: AAUs:

Total: 0

Add Sort

Mash Guidelines

Starting Mash Thickness: 1.75 qt/lb Grain Temp: °F

Amount Start Temp Target Temp Time

Type: Desc:

Mash: Sparge:

Total: -

Add

Yeast

Yeast: Select Yeast

Amount: 1 each Custom Attenuation: 0 %

Optimum Temp: °F Floculation: Alcohol Tolerance:

Avg Attenuation: %

Add

Cells Required: Final Gravity: - ABV: -

Attenuation: 75 %

Fermentation Temp: 0 °F

Pitch Rate: MFG Recommended 0.35 (Ale)

Starter: ☐

Water Chemistry

Source Water:

Target Water:

Use an existing water calc to load salts and acids from a previous recipe.

Target Ion Levels (ppm or mg/L)

Ca²⁺ Mg²⁺ Na⁺ Cl⁻ SO₄²⁻ HCO₃⁻

0 0 0 0 0 0

Water Calculator

Not Linked: Link a water calculator for a more granular pH prediction.

Link Update Recipe

Save your Recipe before linking a water calculator, then click Update Recipe after linking or making changes on the linked water calculator.

Custom Name:

Water Notes:

Priming Information

CO₂ Carbonation Level Volume: N/A

Fonte: <https://www.brewersfriend.com/homebrew/recipe/calculator#>

Quando elaboramos uma receita através desses softwares, o primeiro passo que precisamos realizar é escolher qual será o estilo e a subcategoria daquele estilo, por exemplo, baseando-se no BJCP, 3.Czech Lager é o estilo, a subcategoria seria 3A.Czech Pale Lager, onde em cada subcategoria encontramos os dados quantitativos úteis para a receita, referente àquele estilo. No BJCP, o estilo que antecede, nos dá um panorama geral

acerca do estilo, desde à história do estilo, origem, temperatura de fermentação, abrangendo mais acerca do estilo, quando entramos na subcategoria, temos o detalhe sobre o estilo, impressões, aparência, aromas e sabores específicos para aquela categoria e os dados quantitativos para a receita.

Para a elaboração do classificador de receitas, o dataset utilizado foi extraído do site Brewer's Friend, encontrado já previamente tratado no Kaggle, todas as receitas criadas no site baseiam-se no guia de estilos BJCP.

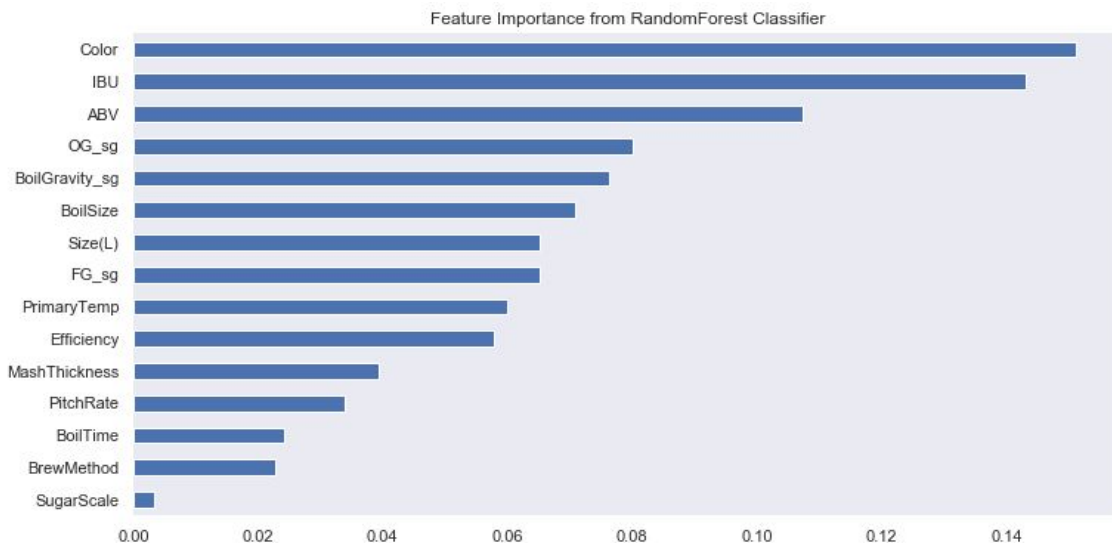
Redes neurais profundas (deep learning), é um ramo dentro de aprendizado de máquina (machine learning), que por sua vez está inserido no grupo da inteligência artificial (IA), visando treinar a máquina para realizar tarefas que um humano executa de forma repetitiva ou com uma gama muito extensa de dados para serem analisados e processados. Visando facilitar e otimizar o tempo dos seres humanos, é implementado machine learning e suas vertentes, cada uma focada e apropriada na solução de um problema proposto.

Com deep learning, é possível realizar classificações, previsões, reconhecimento de padrões, detecção e descrições, aprimorando a capacidade dos computadores em compreender a rotina de atividades de um ser humano.

Por sua vez o Keras, uma biblioteca voltada para redes neurais, facilitando sua utilização e implementação, capaz de rodar baseado em bibliotecas de deep learning, ela fornece uma estrutura que permite compilar modelos de redes neurais, combinando diversas camadas de neurônios, dimensões e funções de ativações, acelerando o desenvolvimento de modelos de machine learning. O modelo sequencial, permite inserir camadas de uma rede neural em série, onde o output de uma cada anterior alimenta o input da próxima camada.

No presente trabalho foram realizados testes com abordagens clássicas e também utilizando deep learning, na sua forma mais simples, usando apenas modelo sequencial, visando exemplificar a utilização e proporcionar uma comparação entre os modelos e suas acuracidades e também formas de implementação.

Com o random forest, foi possível obter acuracidade de 33%, e a cor tem uma importância crucial para a classificação dos estilos, conforme é possível verificar na imagem.



Fonte: Elaborado pelo autor

Já na regressão logística, obtivemos uma acurácia de 22%.

E no XGBoost, foi possível obter 27% de acurácia.

Após os testes e comparações com modelos tradicionais, foi aplicado uma abordagem semelhante ao dataset, utilizando deep learning.

Primeiramente foi feito um pré-processamento diferente no dataset, para facilitar e adequar ao modelo de deep learning.

Onde algumas colunas do dataset foram removidas, e os estilos foram simplificados.

```
In [39]: #drop columns that won't be used in prediction, non-recipe specific columns
rec.drop(columns=['MashThickness', 'PitchRate', 'PrimaryTemp', 'PrimingMethod', 'PrimingAmount', 'BoilGravity'], inplace = True)

In [40]: #drop rows that do not have a style, this is our y(what we will predict)
rec.drop(rec[rec['Style'].isnull()].index, inplace = True)

In [41]: rec['IPA'] = rec['Style'].apply(lambda x: 1 if x.find('IPA') > -1 else 0)
rec['Porter'] = rec['Style'].apply(lambda x: 1 if x.find('Porter') > -1 else 0)
rec['Stout'] = rec['Style'].apply(lambda x: 1 if x.find('Stout') > -1 else 0)
rec['Ale'] = rec['Style'].apply(lambda x: 1 if x.find('Ale') > -1 else 0)
rec['Lager'] = rec['Style'].apply(lambda x: 1 if x.find('Lager') > -1 else (1 if x.find('Pils') > -1 else 0))
rec['Witbier'] = rec['Style'].apply(lambda x: 1 if x.find('Witbier') > -1 else 0)
rec['Saison'] = rec['Style'].apply(lambda x: 1 if x.find('Saison') > -1 else 0)
```

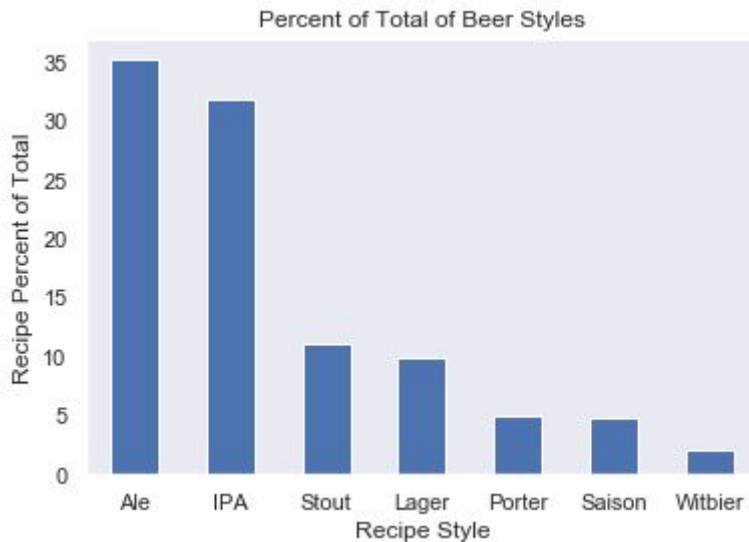
Fonte: Elaborado pelo autor

```
In [45]: #setting column of ids for newly declared styles, reverse one-hot-encoded
rec['New_StyleID'] = 0

for i in range(rec.shape[0]):
    if rec.loc[i, 'IPA'] == 1:
        rec.loc[i, 'New_StyleID'] = 'IPA'
    elif rec.loc[i, 'Porter'] == 1:
        rec.loc[i, 'New_StyleID'] = 'Porter'
    elif rec.loc[i, 'Stout'] == 1:
        rec.loc[i, 'New_StyleID'] = 'Stout'
    elif rec.loc[i, 'Ale'] == 1:
        rec.loc[i, 'New_StyleID'] = 'Ale'
    elif rec.loc[i, 'Lager'] == 1:
        rec.loc[i, 'New_StyleID'] = 'Lager'
    elif rec.loc[i, 'Witbier'] == 1:
        rec.loc[i, 'New_StyleID'] = 'Witbier'
    elif rec.loc[i, 'Saison'] == 1:
        rec.loc[i, 'New_StyleID'] = 'Saison'
```

Fonte: Elaborado pelo autor

Dessa forma, o dataset simplificado, e agrupando os estilos numa classe maior, temos a seguinte representação de cada estilo, presente no dataset.



Fonte: Elaborado pelo autor

A abordagem na utilização do modelo, foi escolhida para simplificar e facilitar a implementação, visando que podem ser adicionadas novas camadas e assim gerar novos modelos mais elaborados.

```
#network topology
input_units = X_train.shape[1]
hidden_units = 4

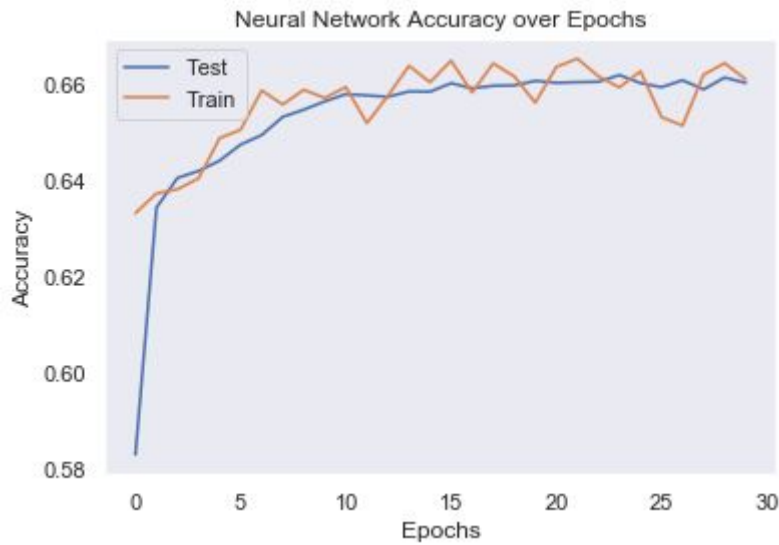
#input layer
model.add(Dense(hidden_units,
                  input_dim = input_units,
                  activation = 'relu',
                  kernel_regularizer=regularizers.l2(0.0001)))

#hidden layer
model.add(Dense(50, activation = 'relu',))
#hidden layer
model.add(Dense(50, activation = 'relu',))

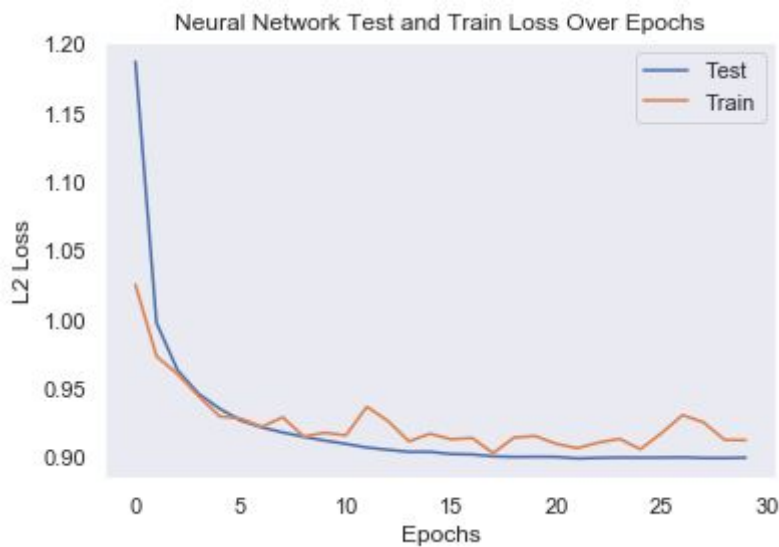
#output layer
model.add(Dense(7, activation = 'softmax'))
```

Fonte: Elaborado pelo autor

A camada de otimização escolhida foi rmsprop e a métrica foi a accuracy. Com essas configurações foi possível obter 66% de acuracidade.



Fonte: Elaborado pelo autor



Fonte: Elaborado pelo autor

Com o modelo gerado, é possível disponibilizá-lo em uma API, onde essa API, pode ser consumida por um app, realizando o predict para o usuário que tenha dúvida no momento de montar a sua receita de cerveja. O app, também pode evoluir e até mesmo o modelo, levando a um novo patamar, implementando, dicas de harmonizações, trazendo rótulos referentes ao estilo predito, tornando um objeto mais completo.

REFERÊNCIAS

BJCP STYLE GUIDELINES. **BJCP Style Guidelines**. Disponível em: <https://www.bjcp.org/>. Acesso em: 30 mar. 2020.

BRASSAGEM FORTE. **Maltes**. Disponível em: <http://www.brassagemforte.com.br/15-maltes-101/>. Acesso em: 30 mar. 2020.

BREWER'S FRIEND. **Beer Recipe**. Disponível em: <https://www.brewersfriend.com/homebrew/recipe/calculator#>. Acesso em: 30 mar. 2020.

BREWERS ASSOCIATION. **2020 Brewers Association Beer Style Guidelines**. Disponível em: <https://www.brewersassociation.org/>. Acesso em: 30 mar. 2020.

ELEVATION BEER CO. **Brewing Process**. Disponível em: <https://elevationbeerco.com/inside-elevation/brewing-process/>. Acesso em: 30 mar. 2020.

HAYKIN, Simon. **Redes Neurais: Princípios e Prática**. 2. ed. [S.l.]: Bookman, 2017. p. 1-898.

KAGGLE. **Brewer's Friend Beer Recipes**. Disponível em: <https://www.kaggle.com/jtrofe/beer-recipes>. Acesso em: 30 mar. 2020.

KEGERATOR.COM. **Strata Hops: The Brand New Darling of Craft Brewers**. Disponível em: <https://learn.kegerator.com/strata-hops/>. Acesso em: 30 mar. 2020.

KERAS. **Sequential**. Disponível em: <https://keras.io/models/sequential/>. Acesso em: 30 mar. 2020.

MOSHER, Randy. **Radical Brewing: Receitas, contos e ideias transformadoras em um copo de cerveja**. 1. ed. [S.l.]: Letramento, 2018. p. 1-324.

PALMER, John J.. **How To Brew: Everything You Need to Know to Brew Great Beer Every Time**. 4. ed. Estados Unidos: Brewers Publications, 2017. p. 1-582.

TENSORFLOW. **Community**. Disponível em: <https://www.tensorflow.org/community>. Acesso em: 30 mar. 2020.