

Redes Complexas Aplicadas à Culinária

Ciência de Redes GA-054

Viviane de Jesus Galvão

Introdução

A grande diversidade entre as culturas culinárias, ilustrada pela variedade de receitas tradicionais de diferentes regiões, induz ao questionamento de se é possível identificar características que particularizam as diferentes identidades culinárias. Particularidades essas podem estar relacionadas à quais ingredientes são mais utilizados ou quais combinações de ingredientes ou modo de preparo são mais comuns nas receitas.

O trabalho em [1] considera esta questão e introduz um estudo à chamada rede de sabores, com a qual é possível verificar a hipótese de que combinações de ingredientes com alto compartilhamento de compostos de sabores tendem a ser mais agradáveis ao paladar, também denominado como hipótese de *food pairing*. A partir desse estudo foi possível entender um pouco da culinária prática no mundo e compreender como essa hipótese está presente na cozinha de alguns continentes. A cozinha norte-americana faz o maior uso do *food pairing*, enquanto que no leste asiático o *food pairing* não é facilmente encontrado em suas receitas.

Diante dessas conclusões, no trabalho em [2] é abordada uma hipótese gastronômica similar ao *food pairing*, a de *food-bridging* na qual, em combinações de ingredientes que não ou pouco compartilham de compostos de sabores, existe um ingrediente que serve como “ponte” para harmonizar essas receitas. Nesse contexto, uma característica complementar à hipótese de *food pairing* [1] é utilizada para qualificar a culinária de algumas regiões do mundo. Dessa forma, concluiu-se que em regiões onde o *food pairing* é muito utilizado, como na América do Norte, o *food-bridging* é pouco encontrado; em regiões onde o *food-bridging* está mais presente nas receitas, como no sudeste asiático, o *food pairing* é evitado; e ainda há regiões onde nem o *food pairing* nem o *food-bridging* são encontrados, como no leste asiático.

Ambos os trabalhos [1] e [2] introduzem medidas de caracterizar cozinhas regionais pelo mundo. Tais medidas estão sendo utilizadas para criar uma geração de computadores “criativos”, onde cientistas da IBM estão combinando os conhecimentos sobre redes de sabores e aprendizado computacional para desenvolver um sistema capaz de criar combinações de alimentos inovadoras e atraentes. Uma das intenções é desse projeto é auxiliar na criação de melhores refeições em escolas e desenvolver cardápios para dietas

com algumas restrições sem sacrificar o sabor. Mais detalhes sobre esse projeto podem ser acessadas no vídeo em [5] .

Além dessa busca de padrão nas cozinhas, outros questionamentos podem ser elaborados, como o quanto a cultura culinária de uma região possui em comum com outra região, seja por questões de proximidades ou processos de imigração.

Como visto em [4], novas maneiras de analisar dados sobre utilização de alimentos e química alimentar pode vir a desenvolver novas áreas de pesquisa, como a Gastronomia Computacional.

Objetivos

O objetivo desse trabalho foi modelar a interação entre países e ingredientes de receitas através de uma rede bipartida a fim de investigar aspectos que identificam a culinária de cada país, além de estudar as possíveis influências que a culinária de uma região exerce sobre outra.

Para isso, métricas de centralidade de grau e aresta foram utilizadas, bem como a aplicação do algoritmo de Louvain [6] para identificar similaridades entre as cozinhas dos países analisados.

Ainda, foi proposta uma estratégia de limitação de ingredientes analisados na intenção de obter resultados mais conclusivos e acurados.

Modelagem e Metodologia

No cenário considerado, tem-se receitas típicas dos países, onde cada receita é composta por um conjunto de ingredientes.

A partir disso, foi possível construir um rede bipartida entre os ingredientes e países, onde o custo de cada aresta entre um ingrediente e um país é o número de receitas daquele país nas quais aquele ingrediente é encontrado. Essa estrutura é ilustrada na figura 1.

Da rede bipartida, pode-se extrair o ingrediente mais utilizado por todos os países e caracterizar a cozinha de cada país através de ingredientes mais frequentes nas suas receitas. Para encontrar os ingredientes mais utilizados em cada país foram escolhidos os ingredientes os quais proporcionavam arestas com mais peso, ou seja, com o maior número de receitas, para cada país. Ainda, para encontrar o ingrediente mais usado por todos os países, foi utilizado centralidade de grau sobre os ingredientes.

De forma a extrair mais informações dos conjuntos de ingredientes e países, foram feitas projeções da rede bipartida sobre ambos conjuntos.

Considerando a rede provida da projeção sobre os ingredientes, foi possível extrair as duplas de ingredientes mais utilizados em todos os países, bem como os ingredientes que são mais combinados outros ingredientes. Para obter as combinações de dois ingredientes mais usados pelos países,

foram selecionadas as arestas com maior peso, ou seja, os pares de ingredientes que são utilizados juntos numa maior quantidade de países. Ainda, para encontrar os ingredientes mais combináveis, foi utilizado centralidade de grau.

Já em relação à projeção sobre os países foi possível encontrar as duplas de países que possuem muitos ingredientes em comum em suas receitas, selecionando as arestas com os maiores pesos.

Ainda, considerando as projeções obtidas, foi executada uma identificação de comunidades no contexto de cada uma das projeções, onde foi utilizado o algoritmo de Louvain de [6]. Para a projeção sobre o conjunto dos ingredientes, os ingredientes mais similares foram agrupados em relação à quantidade de países em que são utilizados; já para a projeção sobre o conjunto dos países, os países mais similares foram agrupados de acordo à quantidade de ingredientes em comum.

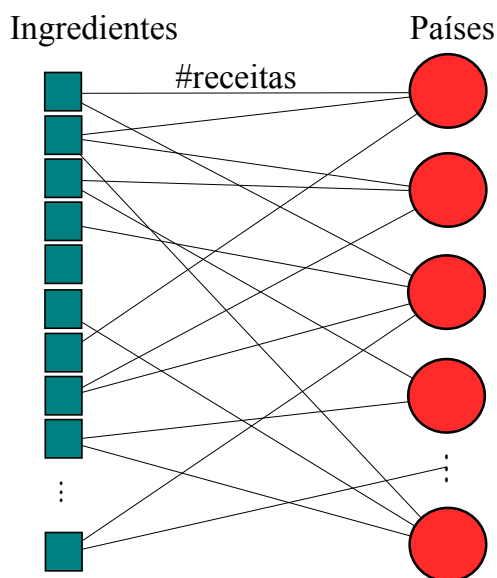


Figura 1: Estrutura de uma rede bipartida aplicada à culinária

Experimentos Computacionais

Foi desenvolvido um estudo baseado na aplicação de redes complexas para a análise de dados sobre a culinária de alguns países do mundo, a fim de identificar características que particularizam as diferentes identidades culinárias encontradas no mundo.

Com isso, experimentos computacionais foram realizados considerando a base de dados utilizada em [3] e obtida da plataforma Kaggle e utilizando a biblioteca de análise de redes complexas Networkx em Python. As representações gráficas da rede foram obtidas através da ferramenta Gephi.

Da base de dados foi possível extrair 39774 receitas de 20 cozinhas diferentes, distribuídas como visto na tabela 1. Ainda, cada receita dessa base de dados possui um identificador numérico, a informação da cozinha de origem e um conjunto de ingredientes. Ao total, são encontrados 6714 ingredientes nessa base.

Além disso, como foi identificada a existência de ingredientes que ocorrem em poucas receitas de um país e que pouco adicionam na caracterização dos países, foi utilizada uma estratégia de limitação de ingredientes, onde foram analisados somente ingredientes que ocorrem acima de um número determinado de receitas do país. Assim foram feitas 3 tipos de análises:

- Análises considerando todos os ingredientes;
- Análises considerando ingredientes presentes em 10% do total de receitas para cada país;
- Análises considerando ingredientes presentes em 20% do total de receitas para cada país.

País	Nº Receitas
Brasil	467
Rússia	489
Jamaica	526
Irlanda	667
Filipinas	755
Inglaterra	804
Marrocos	821
Vietnã	825
Coreia	830
Espanha	989
Grécia	1175
Japão	1423
Tailândia	1539
EUA (Cajun-Crioulo)	1546
França	2646
China	2673
Índia	3003
EUA (Sul)	4320
México	6438
Itália	7838

Tabela 1: Número de receitas de cada cozinha ao redor do mundo.

Resultados

Os resultados foram obtidos de 3 cenários: considerando os experimentos com (i) todos os ingredientes, (ii) com ingredientes que estão presentes em 10% das receitas totais de cada país e (iii) com ingredientes que estão presentes em 20% das receitas totais de cada país.

Dos experimentos com todos os ingredientes foram obtidos poucos resultados conclusivos, os quais são mostrados na tabela 2 e 3 e na figura 2.

Na tabela 2 tem-se os resultados referentes à análise da rede bipartida e tem-se os 10 ingredientes mais utilizados em cada país. Na tabela 3 tem-se os resultados para os experimentos com a projeção da rede bipartida sobre os países. Pode-se perceber que a **Itália** e **México** possuem o maior número de ingredientes em comum, apesar de não terem semelhanças de ingredientes mais usados. Ainda, por mais que a **China** e o **México** sejam caracterizados por um conjunto de ingredientes completamente distinto, esses países possuem uma quantidade considerável de ingredientes em comum. Na figura 2 é mostrado o resultado da detecção de comunidades nos países, onde é possível perceber a distinção entre alguns países da Ásia do restante dos outros países.

Ainda referente à rede bipartida, foram encontrados mais de 100 ingredientes com a mesma centralidade de grau máxima e mais de 2000 ingredientes com a mesma centralidade de grau mínima, e não foi possível concluir quais ingredientes são mais e menos utilizados por todos os países.

Para os experimentos com a projeção da rede bipartida sobre os ingredientes foram encontrados 108 ingredientes com o mesmo valor de centralidade de grau máxima e 50 ingredientes com a mesma centralidade de grau mínima e, com isso, não foi possível concluir quais ingredientes mais e menos combináveis. Ainda, foram obtidos 5671 pares de ingredientes que possuem peso de aresta máximo e 1619 pares de ingredientes que possuem peso de aresta mínimo e, a partir disso, não foi possível estabelecer quais pares de arestas são mais e menos usados pelos países.

Ainda da projeção sobre os ingredientes, 3 comunidades de ingredientes mais similares foram encontradas, possuindo modularidade de 0.097373349. Não foi possível obter a representação gráfica resultante de tal experimento devido ao grande número de ingredientes.

Dos experimentos com com ingredientes que estão presentes em 10% das receitas totais de cada país, os resultados obtidos são mostrados nas tabelas 4, 5, 6, 7 e 8. Nesses experimentos apenas 121 ingredientes foram analisados.

Os resultados para os 10 ingredientes mais utilizados por cada país país obtidos foram os mesmos encontrados na Tabela 2. Na tabela 4 são apresentados os 10 ingredientes mais utilizados por todos os países, sendo que **sal**, **cebola** e **água** são os ingredientes mais utilizados. Foram encontrados 61 ingredientes menos utilizados, ou seja, ingredientes que só são utilizados em receitas de 1 país.

Da projeção sobre os ingredientes, na tabela 5 são mostrados os 10 ingre-

dientes mais combináveis e a quantidade de ingredientes com os quais são combinados. Nota-se que **sal**, **cebolas** e **água** são os ingredientes que são combinados com todos os outros ingredientes. Na tabela 6 são mostrados os ingredientes menos combináveis e a quantidade de ingredientes com os quais são combinados. Nota-se que **queijo parmesão ralado** e **manjerição fresco** são combinados com apenas 12 outros ingredientes.

Ainda da projeção sobre os ingredientes, na tabela 7 são mostrados os 12 pares de ingredientes mais utilizados pelos países. É possível notar que os ingredientes mais utilizados são os que provém os pares de ingredientes mais comuns. Foram encontrados 1620 pares de ingredientes que só são utilizados em 1 país e não foi possível identificar o par de ingrediente menos utilizado por todos os países. Foram encontradas 4 comunidades de ingredientes mais similares com modularidade de 0.191115928700; não foi possível obter uma boa representação gráfica desse resultado, outra vez devido à quantidade de ingredientes.

Da projeção sobre os países, na tabela 8 são mostrados os resultados para os países com maior número de ingredientes em comum. Nesse caso, diferente do caso encontrado na tabela 3, tem-se que as cozinhas mais parecidas são as da Ásia, entre **Vietnã**, **Tailândia**, **China**, **Coreia** e **Japão**. Mais uma vez tem-se o caso de dois países que são caracterizados por ingredientes bastante diferentes, possuir uma quantidade de ingredientes em comum, no caso a **Jamaica** e a **Coreia**. Na figura 3 tem-se as comunidades em que os países mais similares foram agrupados. São observadas 3 comunidades, onde a **Jamaica** está presente no mesmo grupo dos países asiáticos.

Considerando os experimentos com ingredientes que estão presentes em 20% das receitas totais de cada país, foram obtidos os resultados mostrados nas tabelas 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15 e nas figuras 3 e 4. Nesse experimento, foram analisados 39 ingredientes.

Os resultados para os 10 ingredientes mais utilizados por cada país encontrados são mostrados na tabela 9. Pode-se perceber que, para a maioria dos países, o número de ingredientes mais utilizados foi reduzido em relação aos resultados da tabela 3, exceto para **China** e **Coreia**, o que leva a concluir que os ingredientes que caracterizam esses países os caracterizam muito bem.

Na tabela 10 são mostrados os ingredientes mais utilizados pelos países. Ainda, o ingrediente mais presente nas receitas de todos os países é o **sal**. Foram encontrados 19 ingredientes que são utilizados em apenas 1 país. Esses resultados são mostrados na tabela 14.

Os resultados encontrados para a projeção da rede bipartida sobre os ingredientes são mostrados nas tabelas 12, 13 e 14 e nas figuras 3 e 4. A tabela 12 mostra os 11 ingredientes mais combináveis e a quantidade de ingredientes com os quais eles combinam. Tem-se mais uma vez o **sal** em primeiro lugar e o **açúcar** subiu de posição em relação aos resultados da tabela 5. Na tabela 13 são mostrados os ingredientes menos combináveis, sendo que o **queijo parmesão ralado** é o ingrediente menos combinável. Na tabela 14

são mostrados os pares de ingredientes mais usados pelos países. Foram encontrados 145 pares de ingredientes que só são utilizados em apenas 1 país e não foi possível identificar o par de ingredientes menos utilizados.

Da figura 3 nota-se que os maiores vértices representam os ingredientes que possuem o maior grau e por isso são os ingredientes mais combinados com o restante dos ingredientes, onde o **sal** é o ingrediente mais central. Da figura 4 tem-se a distribuição dos ingredientes em 3 comunidades distintas, de onde é possível entender como os ingredientes se ligam de acordo o número de países em que são utilizados.

Em relação à projeção sobre os países, os resultados para os países com maior número de ingredientes em comum são mostrados na tabela 15. Diferente da tabela 8, o **Japão** possui muitos ingredientes compartilhados com outros países, possivelmente devido à redução do número de ingredientes analisados, e a **China** e **Coreia** são os países que mais compartilham ingredientes, possivelmente devido à conservação do número de ingredientes mais utilizados. Na detecção de comunidades entre os países analisados obteve-se o mesmo resultado obtido na figura 5 da análise com ingredientes pertencentes à 10% das receitas.

Conclusões

Nesse trabalho, foi realizada a análise de uma rede bipartida entre ingredientes e países. A partir disso foi possível caracterizar a culinária dos países de acordo um conjunto de ingredientes mais presentes nas receitas e determinar ingredientes mais utilizados por todas as cozinhas e ingredientes mais combináveis considerando diferentes receitas. Além disso obteve-se pares de países que mais compartilham ingredientes, apesar de serem caracterizados por um conjunto de ingredientes completamente distintos. Também foi possível identificar comunidades de países mais similares de acordo o número de receitas e comunidades de ingredientes através do número de países em que são utilizados.

Foi identificado que alguns países da América Central possuem ingredientes em comum com alguns países da Ásia, como México e China. Historicamente, houve imigração chinesa no México, o que incluiu alguns ingredientes típicos da China no cardápio mexicano e explica o resultado obtido.

Uma estratégia de limitação dos ingredientes por número mínimo de receitas foi proposta e gerou resultados mais conclusivos para as análises, onde apenas ingredientes mais relevantes para os países são analisados. Apesar disso, um trabalho interessante seria identificar uma taxa de limitação de receitas ótima, a qual provesse o menor número de ingredientes a serem analisados sem perda de informações.

Como trabalhos futuros tem-se a intenção de analisar os conjuntos de ingredientes de cada país isolado, no intuito de extrair conjuntos de combinações mais utilizadas em cada país e verificar similaridades entre as com-

binações típicas de cada cozinha, além de tentar contornar as dificuldades encontradas na base de dados como a má distribuição de quantidade de receitas entre os países e os ingredientes duplicados.

Referências

- [1] Ahn, Yong-Yeol and Ahnert, Sebastian E and Bagrow, James P and Barabási, Albert-László. Flavor network and the principles of food pairing, 2011.
- [2] Simas, Tiago and Ficek, Michal and Diaz-Guilera, Albert and Obrador, Pere and Rodriguez, Pablo R. Food-bridging: a new network construction to unveil the principles of cooking, 2017.
- [3] Holste, Hendrik Hannes and Nyayapati, Maya and Wong, Edward. What Cuisine?-A Machine Learning Strategy for Multi-label Classification of Food Recipes, 2015.
- [4] Ahnert, Sebastian E. Network analysis and data mining in food science: the emergence of computational gastronomy, 2013.
- [5] Taste: 5 Future Technology Innovations from IBM.
- [6] Vincent D Blondel, Jean-Loup Guillaume, Renaud Lambiotte, Etienne Lefebvre. Fast unfolding of communities in large networks, in Journal of Statistical Mechanics: Theory and Experiment, 2008.

País	Ingredientes
Brasil	salt,onions,olive oil,lime,water, garlic cloves,garlic,cachaça,sugar,tomatoes
China	soy sauce,sesame oil,salt,corn starch,sugar, garlic,water,green onions,vegetable oil,scallions
Coreia	soy sauce,sesame oil,garlic,green onions,sugar, salt,water,sesame seeds,onions,scallions,
Espanha	salt,olive oil,garlic cloves,extra-virgin olive oil,onions,water, tomatoes,ground black pepper,red bell pepper,pepper,
EUA (Cajun-Crioulo)	salt,onions,garlic,green bell pepper,butter, olive oil,cayenne pepper,cajun seasoning,all-purpose flour,water,
EUA (Sul)	salt,butter,all-purpose flour,sugar,large eggs,baking powder, water,unsalted butter,milk,buttermilk,
Filipinas	salt,garlic,water,onions,soy sauce, pepper,oil,sugar,carrots,ground black pepper,
França	salt,sugar,all-purpose flour,unsalted butter,olive oil, butter,water,large eggs,garlic cloves,ground black pepper,
Grécia	salt,olive oil,dried oregano,garlic cloves,feta cheese crumbles, extra-virgin olive oil,fresh lemon juice,ground black pepper, garlic,pepper,
Índia	salt,onions,garam masala,water,ground turmeric, garlic,cumin seed,ground cumin,vegetable oil,oil,
Inglaterra	salt,all-purpose flour,butter,milk,eggs,unsalted butter, sugar,onions,baking powder,large eggs,
Irlanda	salt,all-purpose flour,butter,onions,sugar, potatoes,baking soda,baking powder,milk,carrots,
Itália	salt,olive oil,garlic cloves,grated parmesan cheese,garlic, ground black pepper,extra-virgin olive oil,onions,water,butter,
Jamaica	salt,onions,water,garlic,ground allspice,pepper, scallions,dried thyme,black pepper,garlic cloves,
Japão	soy sauce,salt,mirin,sugar,water, sake,rice vinegar,vegetable oil,scallions,ginger,
Marrocos	salt,olive oil,ground cumin,onions,ground cinnamon, garlic cloves,water,ground ginger,carrots,paprika,
México	salt,onions,ground cumin,garlic,olive oil, chili powder,jalapeno chilies,sour cream,avocado,corn tortillas,
Rússia	salt,sugar,onions,all-purpose flour,sour cream, eggs,water,butter,unsalted butter,large eggs,
Tailândia	fish sauce,garlic,salt,coconut milk,vegetable oil, soy sauce,sugar,water,garlic cloves,fresh lime juice,
Vietnã	fish sauce,sugar,salt,garlic,water,carrots, soy sauce,shallots,garlic cloves,vegetable oil,

Tabela 2: Os 10 ingredientes mais comuns na culinária de cada país - Todos os ingredientes

Países		Nº Ingredientes
Itália	México	1629
EUA (Sul)	Itália	1551
França	Itália	1538
EUA (Sul)	México	1524
França	EUA (Sul)	1290
França	México	1243
Itália	EUA (Cajun-Crioulo)	1180
EUA (Sul)	EUA (Cajun-Crioulo)	1142
México	EUA (Cajun-Crioulo)	1122
México	China	1061

Tabela 3: Países com maior número de ingredientes em comum - Todos os ingredientes

Ingredientes	Nº de Países
onions	20
water	20
salt	20
garlic cloves	15
sugar	15
garlic	15
pepper	14
ground black pepper	13
vegetable oil	12
olive oil	11

Tabela 4: Os 10 ingredientes mais utilizados entre todos os países - Análise com limitação de ingredientes (10% das receitas)

Ingredientes	Nº de ingredientes
onions	120
water	120
salt	120
garlic	109
garlic cloves	108
pepper	103
vegetable oil	102
ground black pepper	100
olive oil	96
sugar	86

Tabela 5: Os 10 de ingredientes mais combináveis - Análise com limitação de ingredientes (10% das receitas)

Ingredientes	Grau
grated parmesan cheese	12
fresh basil	12
heavy cream	13
dry white wine	15
sweetened condensed milk	15
cachaca	15
sake	16
mirin	16
cooking oil	16
vanilla extract	16

Tabela 6: Os 10 de ingredientes menos combináveis - Análise com limitação de ingredientes (10% das receitas)

Pares de Ingredientes		Nº Países
onions	water	20
onions	salt	20
water	salt	20
onions	garlic cloves	15
onions	sugar	15
onions	garlic	15
garlic cloves	water	15
garlic cloves	salt	15
sugar	water	15
sugar	salt	15
water	garlic	15
salt	garlic	15

Tabela 7: Os 12 pares de ingredientes mais usados - Análise com limitação de ingredientes (10% das receitas)

Países		Nº Ingredientes
Vietnã	Tailândia	18
China	Coreia	16
Japão	China	15
Coreia	Vietnã	15
Japão	Coreia	14
China	Vietnã	14
Irlanda	EUA (Sul)	14
Coreia	Jamaica	13
Coreia	Filipinas	13
EUA (cajun-creoulo)	Jamaica	13
Irlanda	Rússia	13
Rússia	EUA (Sul)	13

Tabela 8: Os 12 países com maior número de ingredientes em comum - Análise com limitação de ingredientes (10% das receitas)

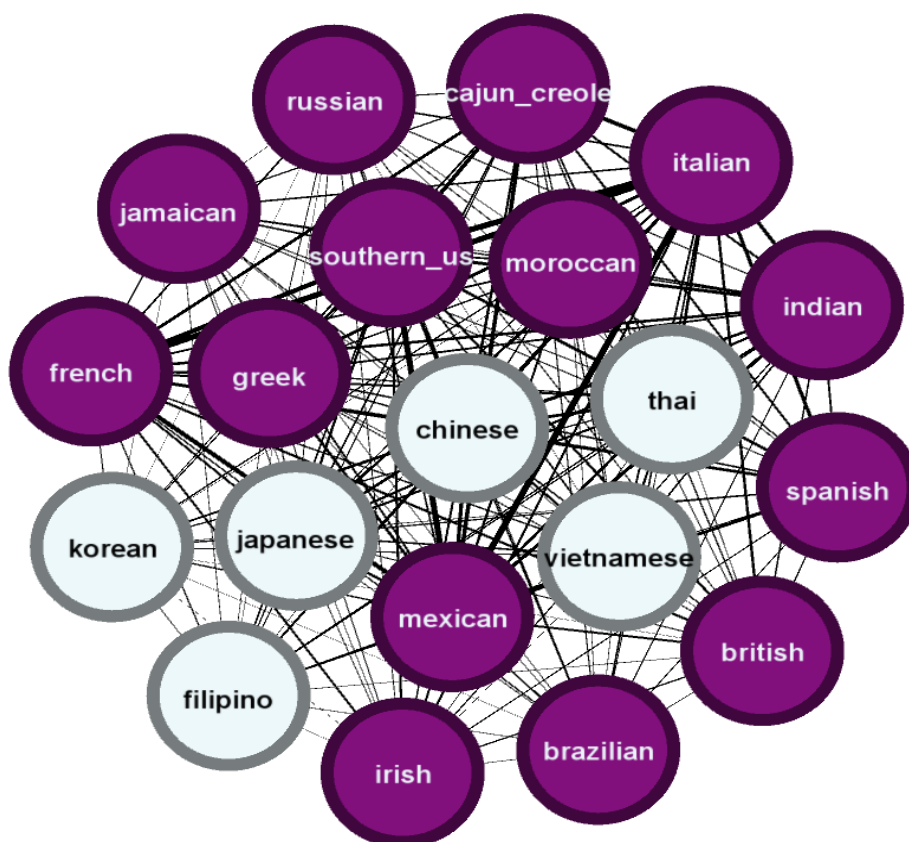


Figura 2: Projeção sobre o conjunto de países - Comunidades a qual cada país pertence, modularidade: 0.0102630785 - Todos os ingredientes

País	Ingredientes
Brasil	salt,onions,olive oil,
China	soy sauce,sesame oil,salt,corn starch,sugar, garlic,water,green onions,vegetable oil,scallions,
Coreia	soy sauce,sesame oil,garlic,green onions,sugar, salt,water,sesame seeds,onions,scallions,
Espanha	salt,olive oil,garlic cloves,extra-virgin olive oil,onions,
EUA (cajun-creoulo)	salt,onions,garlic,green bell pepper,butter,olive oil,
EUA (Sul)	salt,butter,all-purpose flour,sugar,
Filipinas	salt,garlic,water,onions,soy sauce,pepper,oil,
França	salt,sugar,all-purpose flour,unsalted butter,
Grécia	salt,olive oil,dried oregano,garlic cloves,feta cheese crumbles,
Índia	salt,onions,garam masala,water,ground turmeric, garlic,cumin seed,ground cumin,
Inglaterra	salt,all-purpose flour,butter,milk,eggs,unsalted butter,sugar,
Irlanda	salt,all-purpose flour,butter,
Itália	salt,olive oil,garlic cloves,grated parmesan cheese,
Jamaica	salt,onions,water,garlic,ground allspice,pepper,scallions,
Japão	soy sauce,salt,mirin,sugar,water,sake,
Marrocos	salt,olive oil,ground cumin,onions,ground cinnamon, garlic cloves,water,ground ginger,
México	salt,onions,ground cumin,garlic,olive oil,
Rússia	salt,sugar,onions,all-purpose flour,sour cream,eggs,water,butter,
Tailândia	fish sauce,garlic,salt,coconut milk,vegetable oil, soy sauce,sugar,water,
Vietnã	fish sauce,sugar,salt,garlic,water,carrots,

Tabela 9: Os 10 ingredientes mais comuns na culinária de cada país - Análise com limitação de ingredientes (20% de receitas)

Ingredientes	Nº de Países
salt	20
water	10
onions	10
sugar	9
garlic	9
olive oil	7
all-purpose flour	5
garlic cloves	5
soy sauce	5
butter	5

Tabela 10: Os 10 ingredientes mais utilizaodos pelos países - Análise com limitação de ingredientes (20% de receitas)

Ingredientes	Nº de Países
oil,	1
coconut milk,	1
green bell pepper,	1
feta cheese crumbles,	1
grated parmesan cheese,	1
sesame seeds,	1
ground allspice,	1
ground turmeric,	1
sake,	1
corn starch,	1
dried oregano,	1
milk,	1
extra-virgin olive oil,	1
ground cinnamon,	1
sour cream,	1
garam masala,	1
cumin seed,	1
ground ginger,	1
mirin,	1

Tabela 11: Os 19 ingredientes menos utilizados pelos países - Análise com limitação de ingredientes (20% de receitas)

Ingredientes	Nº de Ingredientes
salt	38
water	31
onions	27
garlic	25
sugar	23
garlic cloves	19
soy sauce	19
scallions	15
olive oil	14
sesame oil	13
green onions	13

Tabela 12: Os 11 ingredientes mais combináveis - Análise com limitação de ingredientes (20% de receitas)

Ingredientes	Nº de Ingredientes
ground allspice	6
oil	6
milk	6
unsalted butter	6
mirin	5
green bell pepper	5
sake	5
extra-virgin olive oil	4
dried oregano	4
feta cheese crumbles	4
grated parmesan cheese	3

Tabela 13: Os 10 ingredientes menos combináveis - Análise com limitação de ingredientes (20% de receitas)

Pares de Ingredientes		Nº de Países
onions	salt	10
water	salt	10
salt	garlic	9
salt	sugar	9
water	garlic	7
salt	olive oil	7
onions	water	6
onions	garlic	6
water	sugar	6
onions	olive oil	5
water	soy sauce	5
garlic cloves	salt	5
soy sauce	salt	5
salt	all-purpose flour	5
salt	butter	5

Tabela 14: Os 15 pares de ingredientes mais usados - Análise com limitação de ingredientes (20% de receitas)

Países		Nº Ingredientes
China	Coreia	8
China	Tailândia	6
Filipinas	Coreia	5
Filipinas	Jamaica	5
Rússia	Inglaterra	5
Vietnã	Tailândia	5
Vietnã	Coreia	5
Jamaica	Coreia	5
Tailândia	Coreia	5

Tabela 15: Os 9 países com maior número de ingredientes em comum - Análise com limitação de ingredientes (20% de receitas)

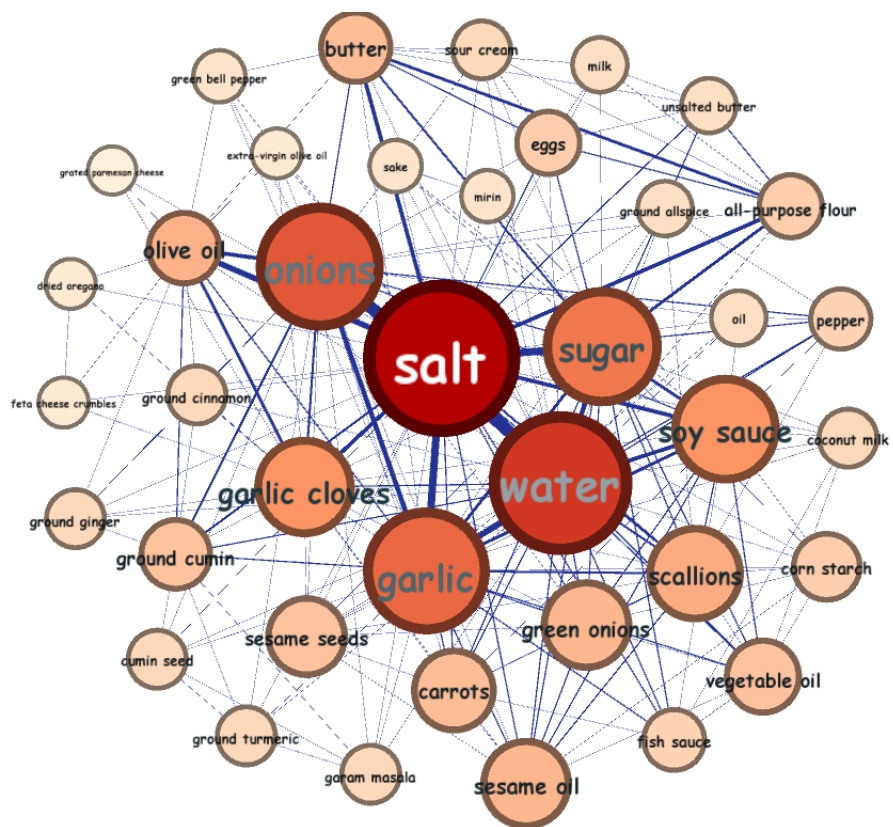


Figura 3: Projeção sobre o conjunto de ingredientes, Centralidade de grau -
Análise com limitação de ingredientes (20% das receitas)



Figura 4: Projeção sobre o conjunto de ingredientes, Comunidades a qual cada país pertence - Análise com limitação de ingredientes (20% de receitas)



Figura 5: Projeção sobre o conjunto de países - Comunidades a qual cada país pertence, modularidade: 0.0610207393 - Análise com limitação de ingredientes (20% e 10% de receitas)