

## Seleção de variáveis através da Análise Fatorial Discriminante na indústria de alimentos

*Variable selection by Factor Analysis Discriminant in foods industries*

**Karina Rossini, José Luis Duarte Ribeiro**

**Palavras chave:** seleção de variáveis, análise sensorial, Análise Fatorial Discriminante

**Key Words:** selection of variables, sensory analysis, Discriminant Factor Analysis

### RESUMO

O aumento na utilização de sensores e recursos computacionais tem conduzido a crescente coleta de informações em ambientes industriais e cenários complexos em termos da manipulação e análise dos dados coletados. Neste sentido, a seleção das variáveis relevantes para caracterizar processos ou produtos é uma atividade necessária para o eficiente monitoramento e otimização dos parâmetros de processos produtivos. No tocante à indústria de alimentos, a seleção dos atributos a serem avaliados em uma análise sensorial, considerando o conjunto de possíveis atributos, é uma etapa essencial no planejamento de painéis sensoriais. Na seleção, deseja-se reduzir a lista de atributos a serem apresentados aos avaliadores, evitando assim a fadiga dos membros do painel, porém mantendo atributos relevantes para a caracterização das amostras avaliadas. Neste trabalho, aplica-se uma técnica multivariada, a análise fatorial discriminante (AFD), para seleção de atributos em painéis sensoriais baseados em avaliações descritivas das amostras, tais como o método QDA (Quantitative Descriptive Analysis). O uso da AFD foi avaliado em um estudo onde formulações de cidras foram caracterizadas através de dez atributos em painel sensorial utilizando o método QDA. Os resultados obtidos indicam que a AFD é uma técnica eficaz na seleção de variáveis. O uso da AFD revelou que, neste caso, seis atributos são suficientes para discriminar adequadamente as formulações.

### INTRODUÇÃO

Em ambientes industriais, é comum que processos demandem um grande número de variáveis para seu controle. A difusão de sensores e dispositivos automatizados de medição de parâmetros de

### ABSTRACT

The increased use of sensors and computational resources has led to a growing volume of information in industrial environments and complex scenarios in terms of handling and analysis of collected data. In this sense, the selection of the relevant variables to characterize processes or products is a required activity for the efficient monitoring and optimization of production process parameters. Regarding the food industry, the selection of attributes to be evaluated in a sensory analysis, considering the set of possible attributes, is an essential step in planning sensory panels. In this selection, we want to reduce the list of attributes to be presented to the evaluators, thus avoiding the fatigue of panel members, while maintaining attributes relevant for sample characterization. This work applies the multivariate discriminant factor analysis (DFA) technique for selection of relevant attributes in sensory panels based on descriptive assessments of the samples, such as the Quantitative Descriptive Analysis (QDA) method. The use of DFA was evaluated in a study where cider formulations were characterized by ten attributes in sensory panel using the QDA method. Results indicate that DFA is an effective technique in selecting variables. In this application, the use of the DFA revealed that six attributes are sufficient to properly discriminate cider formulations.

processo tem gerado grandes bases de dados. O processamento eficiente dessas bases de dados tem representado um desafio crescente para as empresas (Kettaneh, Berglund e Wold, 2005). Em especial, a identificação das variáveis importantes

na descrição de processos tornou-se essencial para o estabelecimento de um sistema eficiente de controle e otimização, bem como para a classificação dos produtos que deles emergem.

A seleção de um subconjunto de variáveis representativo da totalidade das variáveis disponíveis tem sido uma preocupação constante na literatura. Uma variedade de métodos tem sido proposta com base em paradigmas diversos, tais como procedimentos sequenciais (Anzanello, Fogliatto e Rossini, 2011), análise de agrupamentos (Sahmer e Qannari, 2008) e algoritmo genético (Ferrand et al., 2010, e Leardi, Seasholtz e Pell, 2002). A ampla maioria dos métodos de seleção de variáveis sugeridos na literatura objetiva identificar variáveis de processo, denominadas variáveis independentes, que resultem em altas acurácias de predição de uma especificação de produto, chamadas variáveis dependentes ou de resposta.

Este tema tem relevância em inúmeros outros setores da indústria: produtos da indústria química e têxtil, higiene pessoal, produtos de limpeza, farmacêutica, de alimentos e cosmética. Mais especificamente, nos setores que utilizam a análise sensorial como instrumento de medida, a existência de um elevado número de variáveis reflete em procedimentos longos e caros, que impõem fadiga aos membros do painel.

Estudos e aplicações sobre seleção de variáveis reportadas na literatura, em um contexto de Engenharia, estão inseridos, em sua maioria, na área de Engenharia da Qualidade e se justificam pelos seguintes aspectos: (i) um modelo composto por um grande número de variáveis pode apresentar uma alta aderência aos dados, mas não necessariamente um alto desempenho em termos de previsão (devido a não observância do princípio de parcimônia em sua construção) e de classificação (devido à inclusão de variáveis de ruído), conforme apontado por Guyson e Elisseff

(2003); (ii) a identificação de variáveis importantes baseadas no conhecimento empírico de engenheiros e operadores frequentemente leva a resultados tendenciosos; (iii) variáveis que inicialmente pareciam desempenhar um papel importante podem ter parecido relevantes devido a fatores secundários, tais como o mau funcionamento de sensores e outros dispositivos; desta forma, a habilidade de separar variáveis de ruído daquelas realmente importantes é altamente desejável; e (iv) observância ao princípio de parcimônia, já que modelos destinados à caracterização de processos deveriam ser constituídos de poucas variáveis relevantes, de forma a facilitar a coleta, análise e interpretação dos dados.

No tocante ao tratamento de variáveis sensoriais, área inserida também na parte de qualidade, a aplicação direta de técnicas baseadas em regressões foi reportada por Kreuzmann et al. (2008) e Granitto et al. (2007) para fins de caracterização de produtos. Para fins de previsão com vistas ao controle de qualidade de processos e classificação de produtos, os pesquisadores Urtubia et al. (2007) e Capron et al. (2007) relatam aplicações utilizando o mesmo tipo de ferramenta. No entanto, a utilização da análise fatorial discriminante, a qual tem por objetivo representar um processo aleatório multi-variado por meio da criação de novas variáveis, derivadas das variáveis originais e, geralmente, em menor número, ainda é pouco explorada e relatada na literatura.

Neste sentido, o presente trabalho apresenta a aplicação da análise fatorial discriminante (AFD), para seleção de atributos em painéis sensoriais baseados em avaliações descritivas das amostras pelo método QDA (Quantitative Descriptive Analysis) em um estudo de caso composto por amostras da bebida cidra.

## SELEÇÃO DE VARIÁVEIS E A ANÁLISE SENSORIAL

Na indústria de alimentos, assim como em alguns outros ramos de atividade, a análise sensorial é

elemento chave para identificar as expectativas dos consumidores (Ledauphin, Pommeret e Qannari, 2008). A análise sensorial, instrumento de medição que tem apresentado constante crescimento a partir do final do século 20, compreende um conjunto de

técnicas para medir precisamente atributos sensoriais de produtos a partir de respostas humanas. Tais técnicas utilizam princípios provenientes da ciência de alimentos, fisiologia, psicologia e estatística, fornecendo respostas objetivas para as propriedades de alimentos, conforme percebidas pelos cinco sentidos: visão, olfato, tato, audição e paladar (Piggott; Simpson e Williams, 1998; Moussaoui e Varela, 2010; Murray, Delahunty e Baxter, 2001).

Os métodos sensoriais podem ser divididos em métodos discriminativos, descritivos e subjetivos ou afetivos (Stone e Sidel, 1993). Os testes discriminativos devem ser utilizados com o objetivo de determinar se duas amostras são perceptivelmente diferentes, pois, conforme Lawless e Heymann (1998), dois produtos podem ser compostos de formulações diferentes, mas sem perceptível diferença aos consumidores.

Os métodos descritivos estão entre as ferramentas mais elaboradas da ciência sensorial e envolvem a detecção (discriminação) e descrição tanto de componentes sensoriais qualitativos quanto quantitativos por um painel treinado de julgadores. Os aspectos qualitativos dos produtos incluem aroma, aparência, sabor, textura e as propriedades sonoras dos produtos. Os julgadores sensoriais devem quantificar os aspectos dos produtos de maneira a facilitar a descrição da percepção dos seus atributos. As análises sensoriais descritivas podem ser utilizadas, dentre outras aplicações, no controle de qualidade e na comparação de protótipos de produtos para compreender as respostas dos consumidores em relação aos seus atributos sensoriais. A principal vantagem da análise descritiva está em sua habilidade de permitir que seja determinada uma relação entre medidas sensoriais descritivas e a instrumental ou de preferência do consumidor (Murray et al., 2001).

Os métodos subjetivos ou afetivos medem o quanto uma população gostou de um produto. Eles são utilizados para avaliar sua preferência ou aceitabilidade. Preferência pode ser definida como a expressão do grau de gostar ou a escolha de uma amostra em relação à outra. Aceitabilidade, por sua

vez, pode ser descrita como uma experiência caracterizada por uma atitude positiva, e pela utilização atual do produto, isto é, o hábito de comprar ou consumir um alimento (Faria e Yotsuyanagy, 2002).

Os testes afetivos podem ser classificados em testes qualitativos e quantitativos. Os testes qualitativos são aqueles que avaliam subjetivamente as respostas de uma amostra de consumidores em relação às propriedades sensoriais de um produto, expectativas relacionadas à embalagem ou propaganda, por exemplo, ou simplesmente na investigação detalhada de seus hábitos, atitudes e expectativas em relação a um tema ou produto alimentício. Consistem de entrevistas em profundidade, em geral com até 50 consumidores, ou em grupo, através de grupo focado (Dutcosky, 2011).

Os métodos qualitativos são aplicados quando se busca um posicionamento inicial do consumidor em relação ao conceito de um produto ou de um protótipo. Na fase de desenvolvimento de conceito e planejamento, grupos focados são utilizados para obter informações provenientes da interação individual com interesse ou prática comum (Dutcosky, 2007). Os testes quantitativos são aqueles que avaliam a resposta de um grande grupo de consumidores a uma série de perguntas que visam determinar o grau de aceitabilidade global de um produto, identificar fatores sensoriais que determinam a preferência ou medir respostas específicas a atributos sensoriais de um produto (Dutcosky, 2007).

Os principais métodos subjetivos incluem os testes de ordenação, pareado ou ordenação múltiplas, aceitabilidade e escala hedônica.

As informações obtidas pela utilização da análise sensorial têm sido relevantes dentro da indústria, uma vez que: auxiliam no desenvolvimento de produtos; aproximam determinadas características de um produto a características de referência; verificam o efeito variações nos ingredientes no processo de desenvolvimento de produtos; identificam de alterações no processo; auxiliam no controle de qualidade; caracterizam as mudanças do produto ao longo do tempo em um controle de

vida útil; e estabelecem relações com medições instrumentais (Dutcosky, 2011; Moussaoui e Varela, 2010). Na perspectiva do consumidor, a avaliação sensorial em produtos industriais assegura que os mesmos cheguem ao mercado com as características desejadas (Dutcoski, 1996; Lawless e Heymann, 1998).

A avaliação sensorial é realizada de acordo com diferentes testes que dependem da sua finalidade (Anzaldúa-Morales, 1994). A utilização e aplicação de uma análise sensorial descritiva demandam tempo e condições específicas para a coleta dos dados sobre um determinado produto. Para tanto, deve-se formar uma equipe sensorial treinada, a qual deve ser constituída por avaliadores com habilidades apropriadas à análise sensorial. A capacidade de detectar diferenças é uma característica essencial para selecionar um avaliador, assim como a sua repetibilidade, consonância com os demais avaliadores e sua concordância na utilização de atributos da mesma maneira (Dijksterhuis, 1995).

Uma limitação bastante comum nesses testes refere-se ao número de amostras, número de julgadores ou quantidade de atributos a serem analisados. No que tange a esse último aspecto, Sahmer e Qannari (2008) apontam que a seleção de variáveis tem sido foco de investigações em diversas áreas de aplicações. Em particular, no perfil sensorial descritivo, essa estratégia de análise pode ser utilizada para reduzir a lista de atributos, selecionando aqueles relevantes e não redundantes, reduzindo o tempo de execução e a fadiga imposta aos membros do painel.

Um atributo significativo em uma investigação sensorial é aquele cuja avaliação apresenta diferenças sistemáticas e significativas entre as amostras investigadas, tal que seja possível relacionar o nível do atributo (através de seu valor medido) com características das amostras (por exemplo, a presença ou ausência de um ingrediente). Atributos que apresentam tal comportamento poderiam, por exemplo, ser utilizados como variáveis de resposta em modelos de regressão, os quais podem propiciar a otimização do produto investigado no painel

sensorial. Neste artigo, propõe-se um método para identificação de tais atributos usando dados obtidos em uma análise preliminar, apoiada em amostras, usando métodos descritivos.

O presente artigo traz uma importante contribuição para a área da Sensometria: a seleção de variáveis, usuais em aplicada a problemas de análise sensorial. O método QDA, de ampla utilização prática, está baseado na caracterização plena das amostras através de um grande número de atributos, muito dos quais não apresentam diferenças entre as amostras investigadas. A ferramenta aqui proposta permite identificar tais atributos utilizando dados de uma análise preliminar, eliminando-os da coleta posterior de dados, envolvendo um maior número de avaliadores. Otimiza-se, assim, a coleta de dados sensoriais, usualmente de alto custo. O método proposto utiliza ferramentas de análise multivariada de dados. A Análise Multivariada refere-se a todos os métodos estatísticos que analisam simultaneamente múltiplas medidas sobre cada indivíduo ou objeto sob investigação. Muitas técnicas multivariadas são extensões da análise univariada e da análise bivariada. De uma maneira geral, em alguns casos as técnicas multivariadas são um meio de executar em uma única análise o que antes era realizado através de múltiplas análises utilizando técnicas univariadas (Hair et al., 2005).

A Análise Fatorial Discriminante (AFD) é um método multivariado que, segundo Fávero et al. (2009), é composto pela análise de componentes principais (ACP) e análise dos fatores comuns. Esse método é utilizado para analisar inter-relações entre um grande número de variáveis e explicar essas variáveis em termos de suas dimensões inerentes comuns. O objetivo é condensar a informação contida em um determinado número de variáveis originais em um conjunto menor de variáveis, sem perder informações relevantes. Na AFD, o pesquisador pode primeiro identificar as dimensões próprias de um problema em estudo e, então, determinar o grau em que cada variável é explicada por cada dimensão. A partir deste ponto, o resumo e a redução de dados podem ser obtidos.

Na ACP, as variáveis são reescritas como combinações lineares, as quais são denominadas componentes principais. Cada componente descreve uma porção da variabilidade presente nas variáveis originais e sua interpretação é geralmente baseada na magnitude dos pesos associados às variáveis. Apesar do número de componentes principais resultantes de uma ACP sobre um

conjunto de variáveis ser igual ao número de variáveis analisadas, usualmente é possível obter uma boa representação dos dados utilizando um número reduzido de componentes (Ledauphin et al., 2008). A ACP é muito utilizada em análise quantitativa descritiva aplicada, tendo como uma de suas aplicações a redução do número de atributos sensoriais (Sahmer e Qannari, 2008).

## MÉTODO PROPOSTO E ESTUDO DE CASO

Nesta seção, apresenta-se o método analítico a ser implementado no estudo de caso. Será investigada a Análise Fatorial Discriminante como forma de orientar a redução do número de variáveis a serem avaliadas no painel sensorial. Este processo acontece através do estudo dos fatores gerados pela AFD. Esta técnica determina quais variáveis pertencem as quais fatores, indicando o quanto cada variável explica cada fator (Fávero et al., 2009).

A AFD utilizada neste artigo realizou a extração dos fatores através da Análise de Componentes Principais e foi realizada utilizando o software STATISTICA para Windows.

O estudo de caso objetiva a discriminação de dez diferentes formulações de cidras, através da análise sensorial descritiva, método QDA, por sete avaliadores sensoriais. Os avaliadores analisaram dez atributos sensoriais para cada formulação de cidra, conforme a tabela 1.

A base de dados usada neste estudo está apresentada no Anexo 1, envolvendo 11 variáveis. Esse conjunto inclui uma variável categórica

(Formulações) com dez níveis (Formulações F1 a F10) e 10 variáveis contínuas (os atributos Intensidade do sabor, Açúcar, Acidez, Amargor, Adstringência, Corpo, Sensação Picante, Álcool, Intensidade do Aroma e Aroma Frutado). A avaliação dos atributos foi realizada por sete avaliadores utilizando uma escala de -5 a +5, onde zero corresponde a situação ideal, -5 é muito pouco (por exemplo, falta de açúcar) e +5 é muito (por exemplo, excesso de açúcar). O interesse recai sobre a relação entre as variáveis contínuas e a variável categórica. Especificamente, deseja-se saber quais variáveis contínuas precisam ser usadas para discriminar adequadamente as formulações.

**Tabela 1.** Atributos sensoriais das cidras

Número	Atributo
1	Intensidade do sabor
2	Açúcar
3	Acidez
4	Amargor
5	Adstringência
6	Corpo
7	Sensação Picante
8	Álcool
9	Intensidade do Aroma
10	Aroma Frutado

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Esta seção apresenta os resultados da aplicação do método proposto. A AFD iniciou com a verificação da existência de correlação entre as variáveis, pressuposto para que a mesma seja realizada. A matriz de correlação dos dados está apresentada na Tabela 2.

Pode-se observar que algumas correlações ultrapassam em módulo o valor de 0,5, o que caracterizaria correlações de intensidade moderada. São elas: açúcar x álcool, açúcar x intensidade do aroma, açúcar x aroma frutado, álcool x intensidade do aroma, álcool x aroma frutado e intensidade do aroma x aroma frutado.

Na Tabela 3, é possível verificar os autovalores dos fatores bem como o percentual de discriminação individual e acumulado dos fatores.

Tabela 2. Matriz de correlação dos atributos sensoriais

Variables	Int sabor	Açucar	Acidez	Amargor	Adstring	Corpo	Sens. Picante	Alcool	Int aroma	Aroma frutado
Int sabor	<b>1,000</b>	0,028	-0,047	0,237	-0,114	0,264	-0,312	-0,058	-0,158	0,156
Açucar	0,028	<b>1,000</b>	-0,155	-0,349	-0,386	-0,142	-0,343	<b>-0,640</b>	<b>0,720</b>	<b>0,812</b>
Acidez	-0,047	-0,155	<b>1,000</b>	-0,072	0,212	-0,004	0,210	0,010	-0,268	-0,151
Amargor	0,237	-0,349	-0,072	<b>1,000</b>	0,491	0,259	0,018	0,335	-0,428	-0,310
Adstring	-0,114	-0,386	0,212	0,491	<b>1,000</b>	0,261	0,065	0,160	-0,267	-0,300
Corpo	0,264	-0,142	-0,004	0,259	0,261	<b>1,000</b>	0,041	0,042	-0,310	-0,096
Sens. Picante	-0,312	-0,343	0,210	0,018	0,065	0,041	<b>1,000</b>	0,309	-0,249	-0,429
Alcool	-0,058	-0,640	0,010	0,335	0,160	0,042	0,309	<b>1,000</b>	<b>-0,540</b>	<b>-0,603</b>
Int aroma	-0,158	0,720	-0,268	-0,428	-0,267	-0,310	-0,249	-0,540	<b>1,000</b>	<b>0,709</b>
Aroma frutado	0,156	0,812	-0,151	-0,310	-0,300	-0,096	-0,429	-0,603	0,709	<b>1,000</b>

Tabela 3. Auto valores dos fatores

	F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7	F8	F9
Auto valor	11,753	3,679	0,750	0,509	0,319	0,227	0,094	0,054	0,005
Discriminação (%)	67,581	21,154	4,312	2,928	1,835	1,308	0,543	0,308	0,031
% acumulado	67,581	88,735	93,047	95,975	97,810	99,118	99,661	99,969	100,000

É possível perceber que F1 isoladamente permite um percentual de discriminação das amostras de aproximadamente 67%, valor que alcança 88% adicionando o segundo fator F2. Através do auto valor (valores não normalizados) identifica-se que os fatores F1 e F2 são os que apresentam significância. A Figura 1 expressa esses mesmos resultados, permitindo a visualização gráfica do aumento da variabilidade acumulada, a qual é dominada pelos fatores F1 e F2.

A Tabela 4 apresenta as cargas que correlacionam as variáveis com os fatores, permitindo explicar quais variáveis compõem de forma mais expressiva cada fator. É possível determinar que, das dez variáveis originais, seis são as variáveis preponderantes na definição dos dois primeiros fatores (Aroma Frutado, Açúcar, Intensidade de Aroma, Álcool, Intensidade de sabor e Corpo).

Na Figura 2, é possível visualizar as variáveis que se destacam na formação dos dois primeiros fatores, que são responsáveis por aproximadamente 88% do poder de discriminação das amostras. Além disso, a mesma figura retrata e salienta as possíveis variáveis a serem selecionadas visando reduzir o número de atributos utilizados nas próximas avaliações sensoriais, com

consequente redução de custo, tempo e fadiga dos avaliadores.

Figura 1. Auto valores e variabilidade acumulada dos fatores

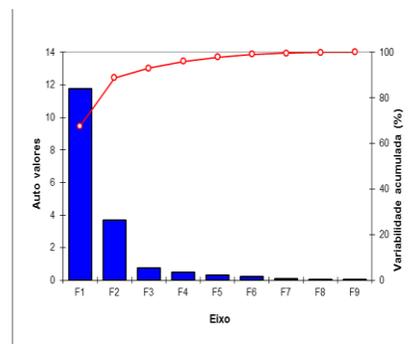


Figura 2. Gráfico representativo dos dois primeiros fatores

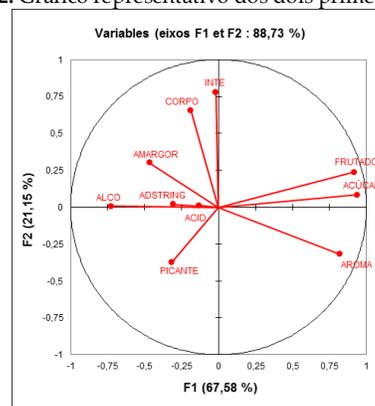


Tabela 4. Correlação entre as variáveis e os fatores

	F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7	F8	F9
Int sabor	-0,020	0,777	0,171	0,201	-0,162	0,007	-0,178	0,079	0,383
Açúcar	0,937	0,082	0,034	0,133	-0,085	0,131	-0,084	-0,149	-0,206
Acidez	-0,133	0,012	-0,414	-0,283	0,356	0,637	0,098	-0,265	0,328
Amargor	-0,466	0,300	0,544	-0,062	-0,383	0,261	0,239	-0,152	0,029
Adstring	-0,304	0,018	0,181	-0,349	0,056	0,167	-0,192	-0,017	0,349
Corpo	-0,188	0,653	-0,118	0,320	0,325	-0,053	0,197	0,049	-0,089
Sens. Picante	-0,315	-0,372	-0,173	0,259	0,143	-0,249	0,323	-0,614	0,299
Alcool	-0,726	0,007	0,317	-0,213	0,280	-0,221	-0,094	-0,343	-0,221
Int aroma	0,822	-0,319	0,337	0,154	0,196	-0,009	-0,002	0,206	0,042
Aroma frutado	0,914	0,237	0,107	-0,198	0,008	-0,086	0,179	0,095	0,017

## CONCLUSÕES

Em avaliações sensoriais, a existência de um número elevado de atributos a serem avaliados conduz a procedimentos longos e caros, além de impor fadiga aos membros do painel. De tal forma, a seleção dos atributos mais relevantes constitui-se uma importante etapa no planejamento destes painéis. Neste sentido, a utilização de análises multivariadas na seleção de atributos sensoriais apresenta-se como uma alternativa para sanar estas dificuldades.

A ADF foi utilizada neste trabalho de forma exploratória e com o intuito de selecionar atributos que permitissem a discriminação das formulações.

A técnica proposta permitiu reduzir o número de atributos em um painel de análise sensorial de cidras de 10 para 6, uma vez que esses seis atributos são determinantes na construção dos dois primeiros fatores principais, F1 e F2, os quais representam 88% da variabilidade acumulada para discriminação das formulações.

Assim, uma adequada caracterização das cidras pode ser feita considerando seis atributos: Aroma Frutado, Açúcar, Intensidade de Aroma, Álcool, Intensidade de sabor e Corpo. Esse resultado é importante, porque permite reduzir o tempo e os custos associados aos estudos envolvendo painéis sensoriais.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Ribeiro, J.L.D. (2001). Técnicas para o tratamento de dados qualitativos. In: Ribeiro, J.L.D. y Nodari, C.T. *Tratamento de dados qualitativos: técnicas e aplicações*. Feeng, Porto Alegre, 09-24.
- Anzaldúa-Morales, A.A. (1994). *La evaluación sensorial de los alimentos en la teoría e la práctica*. Zaragoza: Acribia.
- Anzanello, M.J.; Fogliatto, F.S. e Rossini, K. (2011). Data mining-based method for identifying discriminant attributes in sensory profiling. *Food Quality and Preference*, 22, 139-14.
- Capron, X.; Smeyers-Verbeke, J.E. e Massart, D. (2007). Multivariate determination of the geographical origin of wines from four different countries. *Food Chemistry*, 101, 1585-1597.
- Dijksterhuis, G. (1995). Assessing panel consonance. *Food Quality and Preference*, 6 (1), 7-14.
- Dutcosky, S.D. (2007). *Análise Sensorial de Alimentos*, 2a Edição. Curitiba: Champagnat - Coleção Exatas 4, 239.
- Dutcosky, S.D. (2011). *Análise sensorial de alimentos*, 3 Edição. Curitiba: Champagnat.
- Dutcosky, S.D. (1996). *Análise Sensorial de Alimentos*, Curitiba: Champagnat.
- Faria, E. e Yotsuyanagi, K. (2002). *Técnicas de Análise Sensorial*. Campinas: ITAL.
- Fávero, L.P.; Belfiore, P.P.; Chan, B.L. e Silva, F.L. (2009). *Análise de dados: modelagem multivariada para tomada de decisões*. Rio de Janeiro: Elsevier.
- Ferrand, M., Huquet, B., Barbey, S., Barillet, F., Brochard, M., Faucon, F., Larroque, H. e Leray, O. (2010).

- Determination of fatty acid profile in cow milk using Mid-Infrared spectrometry: interest of applying a variable selection by genetic algorithms before a PLS regression. *Chemometr. Intell. Lab. Syst.*, 106, 183-189.
- Granitto, P.M.; Gasperi, F.; Biasioli F.; Trainotti E.E.; Furlanello, C. (2007). Modern data mining tools in descriptive sensory analysis: A case study with a Random forest approach. *Food Quality and Preference*, 18, 681-689.
- Guyson, I.E.; Elisseff, A. (2003). An introduction to variable and feature selection. *Journal of Machine Learning Research*, 3, 1157-1182.
- Hair, J.; Anderson, R.; Tatham, R. e Black, W. (2005). *Análise multivariada de dados*, 5 Edição. Porto Alegre: Bookman.
- Kettaneh, N.; Berglund, A. e Wold, S. (2005). PCA and PLS in very large datasets. *Computational Statistics & Data Analysis*, 48, 69-85.
- Kreutzmann, S.; Svensson, V.T.; Thybo, A.K.; Bro, R.E. e Petersen, M.A. (2008). Prediction of sensory quality in raw carrots (*Daucus carota* L.) using multi-block LS-ParPLS. *Food Quality and Preference*, 19, 609-617.
- Krzanowski, W. (1995). Selection of variables, and assessment of their performance, in mixed-variable discriminant analysis. *Computational Statistics and Data Analysis*, 19, 419-431.
- Lawless, H. e Heymann, H. (1998). *Sensory Evaluation of Food: Principles and Practices*. New York: Chapman & Hall.
- Leardi R; Seasholtz, M. e Pell, R. (2002). Variable selection for multivariate calibration using a genetic algorithm: prediction of additive concentrations in polymer films from Fourier transform-infrared spectral data. *Analytica Chimica Acta*, 461, 189-200.
- Ledauphin, S.; Pommeret, D. e Qannari, M. (2008). Application of hidden Markov model to products shelf lives. *Food Quality and Preference*, 19, 156-161.
- Moussaoui, K. A; Varela, P. (2010). Exploring consumer product profiling techniques and their linkage to a quantitative descriptive analysis. *Food Quality and Preference*, 21, 1088-1099.
- Murray, J.M.; Delahunty, C.M.; e Baxter, I.A. (2001). Descriptive sensory analysis: Past, present and future. *Food Research International*, 34, 461-471.
- Piggott, J.R.; Simpson, S.J. e Williams, S.A.R. (1998). Sensory analysis. *International Journal of Food Science and Technology*, 33, 7-18.
- Sahmer, K. e Qannari, E.M. (2008). Procedures for the selection of a subset of attributes in sensory profiling. *Food Quality and Preference*, 19, 141-145.
- Stone H. e Sidel J. (1993). *Sensory Evaluation Practices*, 2ª ed. Nueva York: Academic Press Inc.
- Urtubia, A.; Perez-Correa, J.; Soto, A. e Pszczolkowski, P. (2007). Using data mining techniques to predict industrial wine problem fermentations. *Food Control*, 18, 1512-1517.

#### Autores

**Karina Rossini.** Pesquisadora de pós-doutorado na Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Brasil. Graduação em Engenharia de Alimentos, Especialização em MBA - Gestão Empresarial, Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos, Doutorado em Engenharia de Produção pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul, UFRGS, Porto Alegre, Brasil.

E-mail: [karina.rossini@gmail.com](mailto:karina.rossini@gmail.com)

**José Luis Duarte Ribeiro.** Professor associado da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Brasil. Coordenador do Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção. Doutorado em Engenharia pela UFRGS e pós-doutorado pela Rutgers - The State University of New Jersey.

E-mail: [ribeiro@producao.ufrgs.br](mailto:ribeiro@producao.ufrgs.br)

Recibido: 28/04/2013

Aceptado: 15/06/2013