

Corrêa, S.C., Pinheiro, A.C.M.P., Siqueira, H.H., Carvalho, E.M., Vilas Boas, E.V.B. 2015. Predição da aceitação sensorial e determinação de padrões mínimos de qualidade para laranja ‘Pera Rio’. In: **Congresso Brasileiro de Processamento mínimo e Pós-colheita de frutas, flores e hortaliças**, 001, Anais... Aracaju-SE.

1 **Predição da aceitação sensorial e determinação de padrões mínimos de**
2 **qualidade para laranja ‘Pera Rio’** Sântia C. Corrêa¹; Ana Carla M.
3 **Pinheiro¹; Heloísa H. E. Siqueira¹; Ezequiel M. Carvalho¹; Eduardo V. de B. Vilas**
4 **Boas¹**

5 ¹UFLA – Universidade Federal de Lavras – Departamento de Ciência dos Alimentos - Câmpus
6 Universitário, Caixa Postal 3037, 37200-000 – Lavras - MG. correa.sintia@gmail.com,
7 anacarlamp@reitoria.ufla.br, heloisa.elias@yahoo.com.br, kielmalfitano@hotmail.com,
8 evbvboas@dca.ufla.br

9 **RESUMO**

10 A satisfação do consumidor depende da oferta de frutas de qualidade. No intuito de se
11 checar a qualidade de laranjas comercializadas no Brasil e de se promover a melhoria de
12 sua qualidade, objetivou-se avaliar a qualidade de laranjas ‘Pera Rio’ comercializadas
13 na CEASAMinas, ao longo de dois anos, desenvolver modelos preditivos da aceitação
14 sensorial do consumidor e determinar padrões mínimos de qualidade deste fruto.
15 Variações na qualidade de laranjas comercializadas, em função das estações do ano,
16 foram constatadas. Regressão Linear Múltipla foi usada para correlacionar parâmetros
17 físico-químicos com a aceitação do consumidor e criar um modelo preditivo.
18 Finalmente, um padrão mínimo de qualidade para laranja ‘Pera Rio’ foi estabelecido,
19 que em associação com o modelo de predição da qualidade obtido, pode ser utilizado,
20 de forma rápida, barata e objetiva, pelas CEASAS, para se determinar a qualidade dos
21 frutos disponíveis no mercado, garantindo a satisfação do consumidor e preços mais
22 justos.

23 **PALAVRAS-CHAVE:** *Citrus sinensis* L. Osbeck, Regressão Linear Múltipla, análises
24 físico-químicas, expectativa mínima.

25 **ABSTRACT**

26 **Prediction of the sensory acceptance and determination of minimum**
27 **standard of quality for ‘Pera Rio’ orange**

28 The consumer satisfaction depends of quality fruit offer. In order to check the quality of
29 oranges marketed in Brazil and to promote the increasing of their quality, the goal of
30 this work was to evaluate the quality of ‘Pera Rio’ oranges marketed at CEASAMinas,
31 during two years, to develop models to predict the sensory acceptance of the consumer
32 and create a minimum standard of quality for this fruit. Changes in the quality of
33 oranges marketed, related to season, were found. Multiple Linear Regression was used

Corrêa, S.C., Pinheiro, A.C.M.P., Siqueira, H.H., Carvalho, E.M., Vilas Boas, E.V.B. 2015. Predição da aceitação sensorial e determinação de padrões mínimos de qualidade para laranja ‘Pera Rio’. In: **Congresso Brasileiro de Processamento mínimo e Pós-colheita de frutas, flores e hortaliças**, 001, Anais... Aracaju-SE.

34 to correlate the physical-chemical parameters with consumer acceptance and to create a
35 predictive model. At last, a quality minimum standard for ‘Pera Rio’ orange was
36 established and in association to the model of acceptability prediction obtained may be
37 used, in a fast, cheap and objective way, for CEASAS, to determinate the quality of the
38 fruits available in the market, ensuring the satisfaction of the consumer and more fair
39 prices.

40 **Keywords:** *Citrus sinensis* L. Osbeck, Multiple linear regression, physico-chemical
41 analysis, minimum expectation.

42

43 **INTRODUÇÃO**

44 De acordo com a pesquisa da POF 2002/2008 (INSTITUTO BRASILEIRO DE
45 GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE, 2010), os dez frutos mais consumidos pela
46 população brasileira são: banana, laranja, melancia, maçã, mamão, citros em geral,
47 abacaxi, manga, uva e melão. Embora o Brasil seja o maior exportador do mundo de
48 suco de laranja, a comercialização do fruto in natura vem crescendo nos últimos anos no
49 Brasil, com projeção de aumento de 6% na safra 2014/2015, em comparação à anterior.

50 Desde 2008, a maior parcela do consumidor brasileiro é constituída pela classe
51 média (IBGE, 2008). Considerando-se o alto potencial de consumo no Brasil, o setor
52 frutícola deve estar preparado para captar parte dessa renda gerada. Para tanto, é
53 importante entender o comportamento do consumidor brasileiro e, especialmente, os
54 critérios de qualidade que eles utilizam para a aquisição de frutas e hortaliças.

55 Assim, a melhoria constante da qualidade dos frutos – uma exigência cada vez
56 maior do mercado consumidor – é hoje o maior desafio do setor frutícola, sendo a baixa
57 qualidade dos frutos a causa principal de baixos valores de venda conseguidos pelos
58 produtores e da insatisfação do consumidor perante os frutos que chegam à sua mesa.

59 Hodiernamente, a avaliação da qualidade de laranjas que chegam às centrais de
60 distribuição, quando ocorre, se baseia em testes que envolvem a medição do calibre,
61 defeitos e grau de maturidade (% suco, brix e ratio). Entretanto, esses testes não são
62 suficientes para se garantir a qualidade do fruto comercializado e a satisfação do
63 consumidor. Há que se estabelecer critérios objetivos, de avaliação simples, rápida e
64 confiável, capazes de garantir a qualidade do fruto que chega à mesa do consumidor e

Corrêa, S.C., Pinheiro, A.C.M.P., Siqueira, H.H., Carvalho, E.M., Vilas Boas, E.V.B. 2015. Predição da aceitação sensorial e determinação de padrões mínimos de qualidade para laranja ‘Pera Rio’. In: **Congresso Brasileiro de Processamento mínimo e Pós-colheita de frutas, flores e hortaliças**, 001, Anais... Aracaju-SE.

65 até mesmo permitir a separação dos frutos em categorias com base na sua qualidade
66 sensorial. A obtenção desses critérios seria uma grande conquista para o setor frutícola,
67 com potenciais ganhos para o produtor e consumidor.

68 Objetivou-se, neste trabalho, monitorar a qualidade de laranjas ‘Pera Rio’
69 comercializadas no Brasil, desenvolver modelos preditivos da aceitação sensorial do
70 consumidor, baseados em respostas físico-químicas rápidas, de baixo custo e objetivas,
71 e determinar padrões mínimos de qualidade para a fruta, a fim de que estes resultados
72 possam ser utilizados em conjunto com o intuito de saber se a amostra analisada atingiu
73 a nota mínima que atende a expectativa do consumidor, ou seja, o padrão mínimo de
74 qualidade.

75

76 **MATERIAL E MÉTODOS**

77 A laranja ‘Pera Rio’ foi obtida na CEASAMinas (Central de Abastecimento de
78 Minas Gerais), com sede em Contagem. Os frutos, após higienização, foram analisados,
79 ainda inteiros, quanto à coloração, e em seguida, fatiados em três porções, de forma a se
80 utilizar apenas o terço médio para a realização das análises. A **coloração (L^* , C^* e h)**
81 foi determinada utilizando-se o colorímetro Minolta CR-400, os **sólidos solúveis (SS)**
82 por refratometria, a **acidez titulável (AT)** por titulação e o **pH** por potenciometria.
83 Quanto à **análise sensorial**, os consumidores avaliaram as amostras baseados em uma
84 escala hedônica de nove pontos (sendo “1” desgostei extremamente e “9”, gostei
85 extremamente) para o julgamento da aceitação global. Aproximadamente 90
86 consumidores, de ambos os sexos, com idades variando de 18 a 60 anos foram
87 convidados a realizar o teste. Dados de aceitação global foram utilizados para
88 construção de um modelo preditivo da nota sensorial. Com o intuito de se obter o
89 padrão mínimo de qualidade, perguntou-se ao consumidor se a amostra analisada
90 atendia suas expectativas mínimas. A construção do **modelo preditivo da nota**
91 **sensorial** foi realizada com base em **análises estatísticas**. Os valores médios das
92 análises físico-químicas (X) foram calibrados contra a média da impressão global (Y)
93 por Regressão Linear múltipla (MLR), ou seja, uma calibração multivariada, onde a
94 variável dependente é uma função de várias variáveis independentes. Os parâmetros da
95 calibração foram avaliados usando o parâmetro *root mean square error* da calibração

Corrêa, S.C., Pinheiro, A.C.M.P., Siqueira, H.H., Carvalho, E.M., Vilas Boas, E.V.B. 2015. Predição da aceitação sensorial e determinação de padrões mínimos de qualidade para laranja ‘Pera Rio’. In: **Congresso Brasileiro de Processamento mínimo e Pós-colheita de frutas, flores e hortaliças**, 001, Anais... Aracaju-SE.

96 (RMSEC) e *squared correlation coefficient* da calibração (R^2_{cal}) (Fagan et al., 2007). Os
97 parâmetros $RMSE_{Y-rand}$ and R^2_{Y-rand} também foram calculados. Os modelos obtidos
98 sobre tais condições deveriam ser de qualidade baixa e sem real significado
99 (randomização) (Kiralj & Ferreira, 2009). A fim de fornecer informação sobre as
100 diferenças estatísticas entre R^2_{cal} e R^2_{y-rand} , os parâmetros R^2_p foram calculados (Roy,
101 Paul, Mitra, & Roy, 2010; Mitra, Saha, & Roy, 2010). O parâmetro *root mean square*
102 *error* da predição (RMSEP) e *squared correlation coefficient* da predição (R^2_{pre}) foram
103 usados como parâmetros estatísticos para julgar a performance da predição. O
104 parâmetro R^2_m foi então calculado para fornecer informação sobre as diferenças
105 estatísticas entre R^2 and R_0^2 (Roy et al., 2010; Mitra et al., 2010). Todos os cálculos
106 foram realizados usando o software *Chemoface* versão 1.5 (Nunes, Freitas, Pinheiro, &
107 Bastos, 2012). O **padrão mínimo de qualidade** também foi determinado. Uma vez que
108 os dados obtidos sobre a expectativa mínima são dados não-paramétricos, utilizou-se a
109 tabela de Comparação Pareada (Bilateral) (Meilgard, Civille e Carr, 1987) com o
110 objetivo de estabelecer o número mínimo de julgamentos em função da relação do
111 número total de provadores e do número de provadores concordantes em cada uma das
112 respostas em análise. Após determinar se houve diferença significativa entre as notas
113 “sim” e “não” em cada uma das amostras, o padrão mínimo foi considerado a menor
114 média das amostras que receberam a maior parte das notas “sim”, com significância.

115

116 **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

117 Laranjas ‘Pera Rio’ comercializadas na CEASAMinas foram analisadas
118 objetivamente, durante dois anos, constatando-se variações significativas na qualidade
119 dos frutos, em função das estações do ano (Tabela 1). As variáveis objetivas que mais
120 sofreram alteração foram SS, ratio (SS/AT) e % de suco. Essas variáveis estão
121 diretamente associadas à qualidade de laranjas e satisfação do consumidor. Tais
122 oscilações se devem, principalmente, à origem dos frutos que chegam à CEASA e às
123 condições edafo-climáticas, bem como às práticas pré- e pós-colheita às quais a cultura
124 e os frutos foram submetidos. Embora oscilações na qualidade de frutos sejam
125 previsíveis, há que se buscar minimizá-las a fim de se garantir a satisfação do
126 consumidor, ao longo de todo ano. Ademais, é legítimo o desejo do consumidor por

127 produtos com garantia de um padrão mínimo de qualidade. A total despreocupação com
128 esse padrão mínimo de qualidade é a principal causa da frustração de consumidores de
129 frutos, em especial de laranja, o que deve ser repensado e tratado profissionalmente.
130 Algumas Centrais de Distribuição no Brasil recomendam que a laranja 'Pera Rio'
131 apresente, no mínimo, 45% de suco, 10% de brix e 9,5 de ratio, senão são consideradas
132 imaturas. Todas as amostras analisadas atenderam às recomendações, quanto % de suco
133 e ratio, entretanto, apenas uma (inverno) atingiu o limite mínimo de sólidos solúveis, o
134 que sugere falhas na qualidade do produto comercializado nas demais estações do ano,
135 com possíveis impactos negativos na satisfação do consumidor, ou ainda, a necessidade
136 de se desenvolver ferramentas mais confiáveis de avaliação da qualidade da laranja.

137 O uso de modelos de aceitação global ajustáveis univariados, utilizando-se
138 descritores individuais (pH, AT, SS,SS/AT, L*, C*, °h) mostrou-se, estatisticamente,
139 inviável (dados não apresentados). Portanto, um modelo multivariado foi construído,
140 utilizando-se os descritores citados, em conjunto. A não significância de modelos
141 univariados sugere a inviabilidade de se estabelecer limites mínimos para variáveis
142 individuais, como vem sendo adotado por algumas Centrais de Distribuição (%suco, SS
143 e SS/AT).

144 Parâmetros do modelo de Regressão Linear Múltipla (MLR) correlacionando
145 descritores físico-químicos e impressão global são apresentados na Tabela 2. Modelos
146 com $R^2 > 0.8$ para calibração e > 0.5 para validação e teste, além de má qualidade para
147 y-randomização (Tropsha, 2010; Kiralj & Ferreira, 2009) são considerados válidos.
148 Outros autores recomendam valores de $R^2 > 0.7$ para calibração e > 0.6 para validação e
149 teste (Chirico & Gramatica, 2011).

150 Neste estudo, o modelo MLR apresentou R^2 maior do que 0.7 para calibração e
151 teste, como recomendado na literatura (Chirico & Gramatica, 2011). O RMSE foi
152 considerado baixo comparado com a magnitude da variável dependente, como
153 recomendado.

154 Os parâmetros R_p^2 e R_m^2 também foram calculados. Valores acima de 0.5, como
155 obtido para o modelo do presente experimento, atestam a robustez do modelo (Roy et
156 al., 2010; Mitra et al., 2010).

Corrêa, S.C., Pinheiro, A.C.M.P., Siqueira, H.H., Carvalho, E.M., Vilas Boas, E.V.B. 2015. Predição da aceitação sensorial e determinação de padrões mínimos de qualidade para laranja 'Pera Rio'. In: **Congresso Brasileiro de Processamento mínimo e Pós-colheita de frutas, flores e hortaliças**, 001, Anais... Aracaju-SE.

157 O seguinte modelo preditivo da nota de aceitação sensorial foi obtido para
158 laranja: $Aceitação = 6.48 - 0.38 \text{ pH} - 4.09AT + 0.47SS - 0.17SS/TA - 0.01L^* + 0.04C^* +$
159 $+0.03^\circ h$.

160 Com relação ao padrão mínimo de qualidade, observa-se, na Tabela 3, o número
161 de provadores concordantes em cada uma das respostas em análise (sim ou não), bem
162 como se houve diferença estatística entre elas. Além disso, observa-se a média para
163 cada uma das amostras.

164 Das 19 amostras de laranja analisadas, adquiridas na CEASAMinas, nas quatro
165 estações do ano, 14 (73,7%) atingiram a expectativa mínima do consumidor, com base
166 em análise sensorial. A menor nota de aceitação global, desde que a amostra tenha
167 atingido a expectativa mínima do consumidor, foi considerada como o padrão mínimo
168 de qualidade, dentro de cada estação do ano. Assim, o padrão mínimo variou de 5,91, no
169 verão, a 6,51, no inverno, com valores intermediários na primavera e outono.
170 Entretanto, ao se comparar o padrão mínimo obtido no verão (estação do ano com
171 menor padrão mínimo) com as notas de aceitação global das cinco amostras que não
172 atingiram a expectativa mínima do consumidor, observa-se que uma delas recebeu nota
173 de aceitação global superior ao padrão mínimo estabelecido no verão (amostra 3, média
174 = 6,08), o que impede a consideração da nota 5,91, como padrão mínimo de qualidade
175 geral. O padrão mínimo de qualidade obtido no outono (6,38) deve, então, ser
176 considerado o padrão mínimo de qualidade geral, visto, coerentemente, ser superior às
177 notas de aceitação global das cinco amostras que não atingiram a expectativa mínima.

178 Uma vez estabelecido o padrão mínimo de qualidade geral (aceitação global =
179 6,38), ele pode ser utilizado pelas Ceasas como forma de determinar a qualidade dos
180 frutos disponíveis no mercado. Deste modo, deve-se realizar a amostragem e análises
181 físico-químicas (pH, AT, SS, SS/AT, L*, C* e °h) dos frutos que chegam à Ceasa. Os
182 dados obtidos devem ser inseridos no modelo de regressão linear múltipla construído na
183 primeira etapa do trabalho com o intuito de se determinar a nota de aceitação global de
184 cada uma das amostras. Lotes que, por amostragem, apresentarem notas de aceitação
185 global inferior ao estabelecido como padrão mínimo geral (6,38) devem ser rotulados
186 como inadequados para o consumo in natura, por não atingirem a expectativa mínima
187 do consumidor, podendo, entretanto, ser comercializados a um menor valor, desde que

Corrêa, S.C., Pinheiro, A.C.M.P., Siqueira, H.H., Carvalho, E.M., Vilas Boas, E.V.B. 2015. Predição da aceitação sensorial e determinação de padrões mínimos de qualidade para laranja ‘Pera Rio’. In: **Congresso Brasileiro de Processamento mínimo e Pós-colheita de frutas, flores e hortaliças**, 001, Anais... Aracaju-SE.

188 sugerido seu uso exclusivamente para suco. O raciocínio apresentado pode ser utilizado,
189 ainda, para se definir preços, em função da nota de aceitação global obtida por
190 diferentes lotes de laranja nas Centrais de Abastecimento.

191 **REFERÊNCIAS**

192 CHIRICO, N.; GRAMATICA, P. Real External Predictivity of QSAR Models : How To
193 Evaluate It ? Comparison of Different Validation Criteria and Proposal of Using the
194 Concordance Correlation Coefficient. **Journal of Chemical information and**
195 **Modeling**, v. 51, p. 2320–2335, 2011.

196 FAGAN, C. C.; DONNELL, C. P. O.; CALLAGHAN, D. J. O.; DOWNEY, G.;
197 SHEEHAN, E. M.; DELAHUNTY, C. M.; HOWARD, V. Application of Mid-Infrared
198 Spectroscopy to the Prediction of Maturity and Sensory Texture Attributes of Cheddar
199 Cheese. **Food Engineering and Physical Properties**, v.72, n.3, E130–E137, 2007.

200 INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Pesquisa de**
201 **Orçamentos Familiares: POF 2008-2009**. Aquisição Alimentar Domiciliar Per Capita.
202 Rio de Janeiro, 2010.

203 INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Pesquisa Nacional**
204 **por Amostra de Domicílios: PNAD**. Rio de Janeiro, 2008.

205 KIRALJ, R.; FERREIRA, M. M. C. Basic validation procedures for regression models
206 in QSAR and QSPR studies: theory and application. **Journal of the Brazilian**
207 **Chemical Society**, v. 20, n. 4, p. 770-787, 2009.

208 MEILGAARD, M.; CIVILLE, G.V.; CARR, B.T. **Sensory evaluation techniques**.
209 Boca Raton: CRC Press, 1987

210 MITRA, I.; SAHA, A.; ROY, K. Exploring quantitative structure – activity relationship
211 studies of antioxidant phenolic compounds obtained from traditional Chinese medicinal
212 plants. **Molecular Simulation**, v. 36, n. 13, p. 37–41, 2010.

213 NUNES, C. A.; FREITAS, M. P.; PINHEIRO, A. C. M.; BASTOS, S. C. Chemoface: a
214 Novel Free User-Friendly Interface for Chemometrics. **Journal of the Brazilian**
215 **Chemical Society**, v. 23, n. 11, 2003–2010, 2012.

216 ROY, P. P.; PAUL, S.; MITRA, I.; ROY, K. Roy et al. On Two Novel Parameters for
217 Validation of Predictive QSAR Models. *Molecules*, 2009, 14, 1660-1701. **Molecules**, v.
218 15, p. 604–605, 2010.

219 TROPSHA, A. Best Practices for QSAR Model Development, Validation , and
220 Exploitation. **Molecular Informatics**, n. 29, p. 476–488, 2010.

221 **Tabela 1.** Variação na qualidade de laranja ‘Pera Rio’ comercializada na CEASAMinas, em função da
222 estação do ano. (Changes on the quality of ‘Pera Rio’ orange marketed at CEASAMinas, related to
223 season).

Corrêa, S.C., Pinheiro, A.C.M.P., Siqueira, H.H., Carvalho, E.M., Vilas Boas, E.V.B. 2015. Predição da aceitação sensorial e determinação de padrões mínimos de qualidade para laranja 'Pera Rio'. In: **Congresso Brasileiro de Processamento mínimo e Pós-colheita de frutas, flores e hortaliças**, 001, Anais... Aracaju-SE.

Estação do ano	pH	AT	SS	SS/AT	L*	C*	h°	% suco
Primavera	3,81ab	0,77a	9,50ab	12,34b	58,60ab	29,03b	96,79a	57,29bc
Verão	3,91a	0,66b	9,17bc	13,89a	56,60b	40,99a	71,88b	63,84b
Outono	3,76ab	0,80a	8,41c	10,51c	54,32b	25,81b	99,13a	77,47a
Inverno	3,66b	0,83a	10,42a	12,55b	62,06a	47,34a	85,17ab	50,11c

AT = acidez titulável; SS = sólidos solúveis; L* = claridade; C* = cromaticidade; h° = ângulo hue.

Tabela 2. Parâmetros do modelo de Regressão Linear Múltipla (MLR) correlacionando descritores físico-químicos e impressão global de laranja 'Pera Rio' comercializada na CEASAMinas. (Performance parameters of multiple linear regression (MLR) model correlating physical-chemical descriptors and overall liking of 'Pera Rio' orange).

	R ² _{cal}	RMSE _c	R ² _{y-rand}	RMSE _{y-rand}	R ² _p	R ² _{pre}	RMSE _p	R ² _m
Laranja	0.76	0.20	0.35	0.34	0.50	0.94	0.45	0.76

RMSE = erro quadrático médio; R² = coeficiente de correlação; c, cal = calibração; p, pre = predição; rand = randomização.

Tabela 3. Determinação de padrão mínimo para laranja 'Pera Rio' comercializada na CEASAMinas nas quatro estações do ano. (Determination of minimal standard for 'Pera Rio' Orange marketed at CEASAMinas in four seasons).

Estação do ano	Amostra	Expectativa mínima		Média	Padrão Mínimo
		Sim	Não		
Primavera	1	69*	20	6,65	6,43
	2	55	34	5,82	
	3	55	34	6,08	
	4	65*	24	6,43	
	5	67*	22	6,46	
Verão	6	67*	23	6,67	5,91
	7	57*	33	5,91	
	8	77*	13	7,32	
	9	70*	20	6,83	
Outono	10	52	37	5,82	6,38
	11	70*	20	6,57	
	12	50*	26	6,38	
	13	81*	9	7,68	
	14	47	43	5,56	
Inverno	15	68*	19	6,58	6,51
	16	68*	19	6,51	
	17	45	42	5,14	
	18	77*	10	6,96	
	19	78*	9	7,1	

AGRADECIMENTOS

CNPq, CAPES, FAPEMIG, CEASAMINAS e Gustavo Costa de Almeida.