

SELEÇÃO DE PARÂMETROS DE CURVAS TEMPO-INTENSIDADE DE AGUARDENTES DE CANA SEM ENVELHECIMENTO E ENVELHECIDAS EM TONÉIS DE CARVALHO (*Quercus alba* L.) POR ANÁLISE DISCRIMINANTE POR PASSOS E ANÁLISE DE CORRELAÇÃO

HELENA MARIA ANDRÉ BOLINI CARDELLO *
JOÃO BOSCO FARIA *

Verificou-se a possibilidade de reduzir o número de parâmetros necessários em análise tempo intensidade (T-I) de características sensoriais de aguardente de cana, mediante estudo estatístico dos parâmetros possíveis, os quais foram submetidos às análises de correlação e discriminante por passos. Foram estudadas em relação ao gosto doce, sabor alcoólico, agressivo e de madeira, aguardentes envelhecidas em tonel de carvalho durante zero, 12, 24, 36 e 48 meses, além de seis marcas comerciais, sendo três envelhecidas e três não. Os parâmetros obtidos a partir de cada curva foram: tempo para atingir a intensidade máxima (T_{lmax}), tempo em que a intensidade máxima começa a declinar (T_d), tempo de duração da intensidade máxima (Platô), área total sob a curva (Área), tempo total de duração do estímulo (T_{tot}) e intensidade máxima percebida (I_{max}). Os resultados obtidos sugerem que os parâmetros I_{max} e Platô podem ser eliminados na análise T-I de gosto doce e sabor de madeira, respectivamente, sem modificar o resultado final da análise.

1 INTRODUÇÃO

A aguardente de cana é uma bebida com características sensoriais marcantes, que podem apresentar diferenças individuais, em função do processo de fabricação, uso de aditivos, tipo de recipiente utilizado no armazenamento, tempo de armazenamento e processo de envelhecimento, se houver.

* Professores, Departamento de Alimentos e Nutrição, Faculdade de Ciências Farmacêuticas (FCF), UNESP, Araraquara, SP.

As diferenças observadas nas características sensoriais de aguardentes, processadas de diferentes formas, podem ser pronunciadas ou discretas, sendo necessário, em seu estudo, a aplicação de métodos de análise sensorial mais avançados, capazes de detectar pequenas diferenças sensoriais.

A técnica tempo-intensidade pode fornecer informações sobre determinado estímulo, no decorrer do tempo, mediante curva que regista variações na intensidade de um estímulo sensorial, percebido pelo provador com o passar do tempo. As variáveis ou parâmetros das curvas tempo-intensidade mais utilizados são: tempo para atingir a intensidade máxima, área sob a curva, tempo total de duração do estímulo e intensidade máxima, porém outros parâmetros como tempo de duração de intensidade máxima, tempo em que a intensidade máxima começa a declinar, e outros, também podem ser utilizados (3).

A análise discriminante por passos é um procedimento estatístico multivariado, que permite ordenar variáveis ou atributos de acordo com seu poder de discriminação entre as amostras (16, 18). Assim, ordenar os parâmetros de curvas tempo-intensidade, em função de sua capacidade de discriminar diferenças características entre amostras de aguardentes pode ser, particularmente, relevante na execução da análise tempo-intensidade.

A seleção de parâmetros de curvas tempo-intensidade por ordem de capacidade discriminativa pode ser feita, da mesma forma que se seleciona atributos sensoriais, uma vez que estes parâmetros também servem para discriminar diferenças entre amostras, sendo passíveis de análises estatísticas (10, 14, 18, 20, 22).

O presente estudo teve como objetivo ordenar e selecionar os parâmetros mais adequados das curvas tempo-intensidade para o gosto doce, sabores alcoólico, agressivo e de madeira, de amostras de aguardentes de cana envelhecidas e não envelhecidas, visando reduzir o número de parâmetros necessários à análise tempo-intensidade.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 MATERIAL

Amostras de aguardentes, com diferentes tempos de envelhecimento, foram obtidas a partir de 200 L de aguardente de cana, postos para envelhecer em tonel de carvalho (*Quercus alba* L.), tipo americano. O processo de envelhecimento iniciou-se em novembro de 1992 e amostras retiradas em períodos correspondentes a 0, 12, 24, 36 e 48 meses foram colocadas em frascos, hermeticamente fechados, e assim mantidas até o momento das análises.

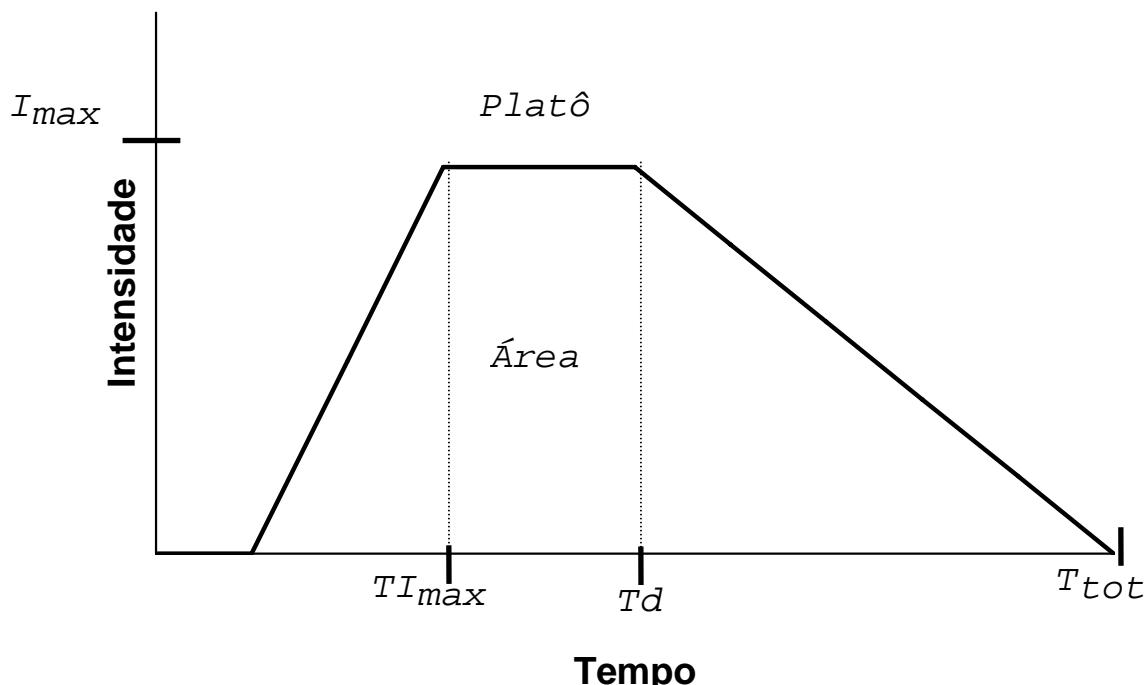
Foram analisadas também seis amostras de aguardentes comerciais, sendo três envelhecidas e três sem envelhecer.

2.2 MÉTODOS

A análise tempo-intensidade foi realizada com auxílio do programa Sistema de Coleta de Dados Tempo-Intensidade - SCDTI, desenvolvido no Laboratório de Análise Sensorial da FEA - UNICAMP (2), de acordo com as seguintes etapas:

- seleção de 10 provadores, mediante análise seqüencial, utilizando-se testes triangulares entre duas amostras de aguardentes com diferença significativa entre si ($p \leq 0,01$);
- treinamento para utilização do programa SCDTI;
- seleção de provadores para realização dos testes tempo-intensidade, com base na capacidade de cada indivíduo em discriminar diferença entre amostras, reproduzir os resultados e demonstrar concordância com a equipe. Nesta etapa, foram analisados estatisticamente os valores de resposta para os parâmetros das curvas tempo-intensidade para cada sabor e para cada provador, por análise de variância univariada - ANOVA (fontes de variação: amostras e repetição), sendo finalmente selecionados seis provadores, que apresentaram capacidade discriminatória (nível de significância (p) dos valores de $F_{amostra} < 0,30$), repetibilidade (nível de significância (p) dos valores de $F_{repetição} \geq 0,05$) e consenso com o restante da equipe, conforme sugerido por DAMÁSIO & COSTELL (5);
- testes sensoriais de tempo-intensidade para cada estímulo (doçura e sabor alcoólico, agressivo e de madeira) das onze amostras de aguardente. Todos os provadores avaliaram todas as amostras, que foram servidas de forma aleatória, em apresentação monádica, com quatro repetições. A intensidade dos estímulos foram registradas no decorrer do tempo em escala gráfica de 9 pontos, com auxílio do "mouse";
- os parâmetros coletados em cada curva registrada pelos provadores e indicados na Figura 1 foram: tempo para atingir a intensidade máxima (T_{lmax}), tempo em que a intensidade máxima começa a declinar (T_d), tempo de duração da intensidade máxima (Platô), área total sob a curva (Área), tempo total de duração do estímulo (T_{tot}) e intensidade máxima percebida (I_{max}). No teste final foram utilizados seis provadores, selecionados e treinados, sendo as amostras servidas aleatoriamente de forma monádica, com quatro repetições;
- para a seleção dos parâmetros das curvas tempo-intensidade, de cada amostra de aguardente, foram aplicadas técnicas estatísticas de análise de correlação e análise discriminante por passos (18), para cada tipo de estímulo sensorial, separadamente. Os resultados foram analisados pelo programa estatístico SAS (19);

FIGURA 1 - PARÂMETROS DA CURVA TEMPO-INTENSIDADE COLETADOS



Onde:

T_{Imax} = Tempo para atingir a intensidade máxima (1, 4, 9, 13, 15).

T_d = Tempo correspondente ao ponto em que a intensidade máxima começa a declinar (13).

Platô = Tempo de duração da intensidade máxima, em segundos (4, 6, 15).

Área = Área sob a curva (4, 7, 8, 9, 11, 17, 21, 23).

T_{tot} = Tempo total de duração do estímulo (1, 4, 7, 8, 9, 13, 15, 17, 21).

I_{max} = Intensidade máxima do estímulo (1, 4, 6, 8, 9, 12, 13, 15).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os valores dos coeficientes de correlação de Pearson dos parâmetros das curvas tempo-intensidade para o gosto doce estão na Tabela 1. Na Tabela 2 constam os resultados da análise discriminante por passos, com relação ao poder de discriminação dos parâmetros das curvas T-I também para o gosto doce. Com base nestes resultados pode-se verificar que, nenhum parâmetro poderá ser excluído já que mesmo os com menor poder de discriminação não apresentaram correlação com nenhum dos parâmetros de alto poder de discriminação.

TABELA 1 - COEFICIENTE DE CORRELAÇÃO DE PEARSON (R) ENTRE OS PARÂMETROS DAS CURVAS TEMPO-INTENSIDADE PARA O GOSTO DOCE DAS AMOSTRAS DE AGUARDENTES

Parâmetros	TImax	Td	Platô	Área	Ttot	Imax
TImax	1,00000	-0,08809	-0,12956	-0,14873	-0,00758	0,07340
Td		1,00000	0,61533	0,61533	-0,20033	-0,75478
Platô			1,00000	0,78868	0,46518	0,02085
Área				1,00000	0,04422	-0,40010
Ttot					1,00000	0,69462
Imax						1,00000

TABELA 2 - ANÁLISE DISCRIMINANTE POR PASSOS - ORDEM DOS ATRIBUTOS SEGUNDO SEU PODER DE DISCRIMINAÇÃO DOS PARÂMETROS DAS CURVAS TEMPO-INTENSIDADE PARA O GOSTO DOCE DAS AMOSTRAS DE AGUARDENTE

Passo	Variável Incluída	R ² parcial	F Estatístico	Probabilidade > F	Lambda de Wilks	Probabilidade < λ
1	Área	1,0000	553160,02	0,0001	0,00004574	0,0001
2	Platô	0,9978	11635,017	0,0001	0,00000010	0,0001
3	Td	0,9907	2678,224	0,0001	0,00000001	0,0001
4	Imax	0,9861	1770,046	0,0001	0,00000001	0,0001
5	TImax	0,8636	157,261	0,0001	0,00000001	0,0001
6	Ttot	0,7071	59,871	0,0001	0,00000001	0,0001

R² = Coeficiente de determinação.

F = Valor dado pelo teste de MAHALANOBIS D² (18).

Na análise tempo-intensidade do sabor alcoólico, os parâmetros Área e Ttot e também Área e Imax apresentaram alta correlação entre si (Tabela 3). Com base nestes resultados, o parâmetro Imax que apresenta baixo poder de discriminação (Tabela 4) e alta correlação linear com Área (Tabela 3) poderá ser eliminado, sem prejuízo da análise.

TABELA 3 - COEFICIENTE DE CORRELAÇÃO DE PEARSON (R) ENTRE OS PARÂMETROS DAS CURVAS TEMPO-INTENSIDADE PARA O SABOR ALCOÓLICO DAS AMOSTRAS DE AGUARDENTE

Parâmetros	TImax	Td	Platô	Área	Ttot	Imax
Timax	1,00000	-0,17333	-0,50973	0,21838	0,13287	0,15032
Td		1,00000	0,86017	0,67158	0,54283	0,75215
Platô			1,00000	0,50770	0,42227	0,58875
Área				1,00000	0,91711	0,94510
Ttot					1,00000	0,78432
Imax						1,00000

TABELA 4 - ANÁLISE DISCRIMINANTE POR PASSOS - ORDEM DOS ATRIBUTOS SEGUNDO SEU PODER DE DISCRIMINAÇÃO DOS PARÂMETROS DAS CURVAS TEMPO-INTENSIDADE PARA O SABOR ALCOÓLICO DAS AMOSTRAS DE AGUARDENTE

Passo	Variável Incluída	R ² parcial	F Estatístico	Probabilidade > F	Lambda de Wilks	Probabilidade < λ
1	Area	0,9997	88843,125	0,0001	0,00028469	0,0001
2	Platô	0,9774	1091,463	0,0001	0,00000642	0,0001
3	Ttot	0,9588	584,398	0,0001	0,00000026	0,0001
4	Tlmax	0,9433	415,615	0,0001	0,00000002	0,0001
5	Imax	0,6988	57,761	0,0001	0,00000001	0,0001
6	Td	0,6317	42,539	0,0001	0,00000001	0,0001

R² = Coeficiente de determinação.

F = Valor dado pelo teste de MAHALANOBIS D² (18).

Com relação ao sabor agressivo, os parâmetros Área e Imax foram os que apresentaram os maiores coeficientes de correlação (Tabela 5), porém nenhum destes poderá ser excluído, já que ambos apresentam alto poder de discriminação entre as amostras (Tabela 6).

TABELA 5 - COEFICIENTE DE CORRELAÇÃO DE PEARSON (R) ENTRE OS PARÂMETROS DAS CURVAS TEMPO-INTENSIDADE PARA O SABOR AGRESSIVO DAS AMOSTRAS DE AGUARDENTE

Parâmetros	Tlmax	Td	Platô	Área	Ttot	Imax
Tlmax	1,00000	-0,04362	-0,50974	-0,31741	0,01462	-0,28025
Td		1,00000	0,75672	0,85259	0,79580	0,77809
Platô			1,00000	0,76724	0,56203	0,68164
Área				1,00000	0,89356	0,95217
Ttot					1,00000	0,85517
Imax						1,00000

TABELA 6 - ANÁLISE DISCRIMINANTE POR PASSOS - ORDEM DOS ATRIBUTOS SEGUNDO SEU PODER DE DISCRIMINAÇÃO DOS PARÂMETROS DAS CURVAS TEMPO-INTENSIDADE PARA O SABOR AGRESSIVO DAS AMOSTRAS DE AGUARDENTE

Passo	Variável Incluída	R ² parcial	F Estatístico	Probabilidade > F	Lambda de Wilks	Probabilidade < λ
1	Área	0,9998	139576,53	0,0001	0,00016912	0,0001
2	Tlmax	0,9726	896,154	0,0001	0,00000463	0,0001
3	Imax	0,9464	443,219	0,0001	0,00000025	0,0001
4	Ttot	0,9420	405,699	0,0001	0,00000001	0,0001
5	Td	0,9232	299,219	0,0001	0,00000001	0,0001
6	Platô	0,0981	2,696	0,0001	0,00000001	0,0001

R² = Coeficiente de determinação.

F = Valor dado pelo teste de MAHALANOBIS D² (18).

Finalmente, com relação à avaliação tempo-intensidade do sabor de madeira das aguardentes envelhecidas, com base nos resultados obtidos, verifica-se que o parâmetro Platô, que apresenta alta correlação com Td (Tabela 7), também poderá ser eliminado, já que se trata do parâmetro que apresenta o menor poder de discriminação entre as amostras (Tabela 8).

TABELA 7 - COEFICIENTE DE CORRELAÇÃO DE PEARSON (R) ENTRE OS PARÂMETROS DAS CURVAS TEMPO-INTENSIDADE PARA O SABOR DE MADEIRA DAS AMOSTRAS DE AGUARDENTE

Parâmetros	TImax	Td	Platô	Área	Ttot	Imax
Timax	1,00000	0,80466	0,49201	-0,13400	0,08901	-0,29944
Td		1,00000	0,90838	0,31944	0,56150	0,13905
Platô			1,00000	0,54489	0,75376	0,39211
Área				1,00000	0,94202	0,96088
Ttot					1,00000	0,82689
Imax						1,00000

TABELA 8 - ANÁLISE DISCRIMINANTE POR PASSOS - ORDEM DOS ATRIBUTOS SEGUNDO SEU PODER DE DISCRIMINAÇÃO DOS PARÂMETROS DAS CURVAS TEMPO-INTENSIDADE PARA O SABOR DE MADEIRA DAS AMOSTRAS DE AGUARDENTE

Passo	Variável Incluída	R ² parcial	F Estatístico	Probabilidade > F	Lambda de Wilks	Probabilidade < λ
1	Área	0,9997	105685,39	0,0001	0,00025383	0,0001
2	Td	0,9797	1287,466	0,0001	0,00000515	0,0001
3	Imax	0,9657	744,979	0,0001	0,00000018	0,0001
4	Ttot	0,8740	182,584	0,0001	0,00000002	0,0001
5	TImax	0,6158	41,944	0,0001	0,00000001	0,0001
6	Platô	0,1861	5,946	0,0001	0,00000001	0,0001

R² = Coeficiente de determinação.

F = Valor dado pelo teste de MAHALANOBIS D² (18).

4 CONCLUSÃO

Os resultados obtidos nas análises de correlação e discriminante por passos, aplicadas aos valores dos parâmetros das curvas tempo-intensidade estudados, mostraram que a capacidade de discriminação dos parâmetros varia de acordo com o estímulo sensorial avaliado.

Os testes estatísticos evidenciaram que nas análises das curvas T-I, dos sabores alcoólico e de madeira podem ser excluídas, respectivamente, as

análises dos parâmetros I_{max} e Platô. No caso da análise T-I de gosto doce e sabor agressivo porém, nenhum dos parâmetros coletados poderá ser excluído, em função da ausência de outros com qualidade discriminativa que possam representá-los.

Abstract

It was verified the possibility to reduce a number of parameters necessary for the time-intensity-analysis in the sensorial characteristics of aged sugar cane spirits ("cachaça"). It was made a statistical study of all possible parameters, which were submitted to stepwise discriminant and regression analysis. It was sampled aged "cachaças" in oak barrels at zero, 12, 24, 36 and 48 months and six commercial brands, being three aged and three not, for the evaluation of sweetness, aggressive alcoholic taste and wood taste. The parameters obtained from each curve were: time to reach the maximal intensity ($T_{I_{max}}$), time in which the maximal intensity begins to decline (T_d), duration time of the maximal intensity (Plato), total area under the curve (Area), total duration time of incentive (T_{tot}) e maximal intensity noticed (I_{max}). The results suggested that the parameters I_{max} and Plato could be eliminated in the time-intensity analysis of the sweet taste and wood taste, respectively without changing the final results of the analysis.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 1 BONANS, S., NOBLE, A.C. Effect of sweetener type and sweetener and acid levels on temporal perception of sweetness, sourness and fruitness. **Chem. Senses.**, v. 18, p. 272-83, 1993.
- 2 CARDELLO, H.M.A.B., SILVA, M.A.A.P. da, DAMÁSIO, M.H. Programa "Sistema de Coleta de Dados Tempo-Intensidade - SCDTI". In: SIMPÓSIO IBEROAMERICANO DE ANÁLISE SENSORIAL, 1., 1996a. **Resumos...** Campinas : FEA, 1996. p. 60.
- 3 CARDELLO, H.M.A.B., DAMÁSIO, M.H. Revisão: análise tempo-intensidade. **B. Ciênc. Tecnol. Alim.**, v. 30, n. 2. p.156-65. 1996.
- 4 CLIFF, M., NOBLE, A.C. Time-intensity evaluation of sweetness and fruitiness and their interaction in a model solution. **J.Food Sci.**, v. 55, p. 450-54, 1990.
- 5 DAMÁSIO, M.H., COSTELL, E. Análisis sensorial descriptivo: generación de descriptores y selección de catadores. **R. Agroquím. Tecnol. Alim.**, v. 3, n. 1/2, p. 165-78, 1991.
- 6 DUBOIS, G.E., LEE, J.F. A simple technique for the evaluation of temporal taste properties. **Chem. Senses**, v. 7, p. 237-47, 1983.

- 7 HARRISON, S.K., BERNHARDT, R.A. Time-intensity sensory characteristics of saccharin, xylitol and galactose, and their effect on the sweetness of lactose. **J. Food Sci.**, v. 49, p. 780-793, 1984.
- 8 KEMP, S.E., BIRCH, G.G. An intensity/time study of the taste of aminoacids. **Chem. Senses**, v. 17, p. 151-68, 1992.
- 9 KETELSEN, S.M., KEAY, C.L., WIET, S.G. Time-intensity parameters of selected carbohydrate and high potency sweeteners. **J. Food Sci.**, v. 58, p. 1418-21, 1993.
- 10 LAWLESS, H.T. Bridging the gap between sensory science and product evaluation. In: LAWLESS, H.T., KLEIN, B.P. **Sensory science theory and applications in foods**. New York : Marcel Dekker, 1991. p. 1-36.
- 11 LAWLESS, H.T., SKINNER, E.Z. The duration and perceived intensity of sucrose taste. **Percept. Psychophys.**, v. 25, p. 180-4, 1979.
- 12 LEE, W.E., BARRICK, D.M., WELLING, E. Time-intensity study of prolonged sweet stimuli. **J. Food Sci.**, v. 57, p. 524-5, 529, 1992.
- 13 LIU, Y.H., MacFIE, H.J.H. Methods for averaging time-intensity curves. **Chem. Senses**, v. 15, p. 471-84, 1990.
- 14 MacFIE, H.J.H., LIU, Y.H. Developments in the analysis of time-intensity curves. **Food Technol.** v. 46, p. 92-7, 1992.
- 15 NOBLE, A.C., MATYSIAK, N.L., BONNANS, S. Factors affecting the time-intensity parameters of sweetness. **Food Technol.**, v. 45, p. 121-126, 1991.
- 16 NORONHA, R.L., DAMÁSIO, M.H., PIVATTO, M.M., NEGRILLO, B.G. Development of the attributes and panel screening for texture descriptive analysis of milk gels aided by multivariate statistical procedures. **Food Qual. Pref.**, v. 6, p. 49-54, 1995.
- 17 OTT, D.B., EDWARDS, C.L., PALMER, S.J. Perceived taste intensity and duration of nutritive and non-nutritive sweeteners in water using time-intensity (T-I) evaluations. **J. Sensory Stud.**, v. 56, p. 535-42, 1991.
- 18 POWERS, J.J., CENCIARELLI, S., SHINHOLSER, K. El uso de programas estadísticos generales en la evaluación de los resultados sensoriales. **R. Agroquim. Tecnol. Alim.**, v. 24, p. 469-84, 1984.
- 19 SAS Institute. **User's guide: statistics**. Cary, USA, 1993.

- 20 STONE, H., OLIVER, S.M. Measurement of the relative sweetness of selected sweeteners and sweetener mixtures. **J.Food Sci.**, v. 34, p. 215-22, 1969.
- 21 SWARTZ, M. Sensory screening of synthetic sweeteners using time-intensity evaluations. **J. Food Sci.**, v. 45, p. 577-81, 1980.
- 22 THORNGATE III, J.H., NOBLE, A.C. Sensory evaluation of bitterness and adstringency of 3R(-) epicatequina e 3S(+) -epicatequina. **J. Sci. Agric.**, v. 67, p. 531-5, 1995.
- 23 YOSHIDA, M. A microcomputer (PC 9801/MS mouse) system to record and analyze time-intensity curves of sweetness. **Chem. Senses**, v. 11, p. 105-18, 1986.

AGRADECIMENTO

Agradecemos à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP) pela bolsa de Pós-Doutoramento concedida ao primeiro autor.