

**Noel Gonçalves Cerqueira Junior**

***Desenvolvimento de um sistema computadorizado  
para a coleta e o tratamento de dados sensoriais  
tempo-intensidade***

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciência dos Alimentos da Universidade Federal de Santa Catarina, como requisito final à obtenção do título de Mestre em Ciência dos Alimentos.

Orientadora:  
Dra. Renata Dias de Mello Castanho Amboni

Florianópolis - Santa Catarina

Março de 2005

**Noel Gonçalves Cerqueira Junior**

***Desenvolvimento de um sistema computadorizado  
para a coleta e o tratamento de dados sensoriais  
tempo-intensidade***

Florianópolis - Santa Catarina

Março de 2005

*Aos meus pais,  
Noel e Orminda,  
pelo amor, apoio  
e exemplo de vida.*

# *Agradecimentos*

Dedico meus sinceros agradecimentos para:

- a professora doutora Renata Dias de Mello Castanho Amboni, pela orientação, incentivo e amizade;
- a professora doutora Evanilda Teixeira, coordenadora do Laboratório de Análise Sensorial, pela orientação inicial, pelo incentivo e amizade;
- a Elza Maria Meinert pela amizade e ajuda em diversos momentos;
- o analista de sistemas Paulo Henrique de Oliveira Carvalho pela ajuda técnica e amizade;
- a graduanda em engenharia de alimentos Márcia Helena Borré pela ajuda;
- a todos os participantes da equipe sensorial, os quais possibilitaram a realização deste trabalho;
- a professora doutora Edna Regina Amante, coordenadora do Laboratório de Frutas e Hortaliças.
- a professora doutora Elane Schwinden Prudêncio, coordenadora do Laboratório de Laticínios;
- a minha namorada Lúcia Passafaro Peres, pela ajuda na revisão dos textos e pela compreensão;
- a empresa The NutraSweet Company, através de Daniella Conrado, pelas amostras de aspartame;
- a empresa Lowçucar, pelas amostras de ciclamato e sacarina;
- o professor doutor Paulo Roberto Clemente, pelas dicas valiosas e recepção calorosa.
- a CAPES pela bolsa de estudos concedida durante parte da pesquisa;
- aos professores do Departamento de Tecnologia de Alimentos CCA/UFSC, pelos ensinamentos recebidos.

*“A humanidade só saiu da barbárie mental primitiva  
quando se evadiu do caos das suas velhas lendas  
e não temeu mais o poder dos taumaturgos, dos oráculos e dos feiticeiros.  
Os ocultistas de todos os séculos não descobriram nenhuma verdade ignorada,  
ao passo que os métodos científicos fizeram surgir do nada  
um mundo de maravilhas. Abandonemos às imaginações mórbidas  
essa legião de larvas, de espíritos, de fantasmas e de filhos da noite  
– e que, no futuro, uma luz suficiente os dissipe para sempre.”*

**Gustave Le Bon**

# *Resumo*

A percepção do gosto, sabor, aroma, textura, sensações térmicas e picantes provocadas por alimentos apresentam mudanças dinâmicas em intensidade com o tempo. O método tempo-intensidade (TI), em desenvolvimento desde a década de 50, tem se mostrado uma ferramenta indispensável para estudos dinâmicos em análise sensorial. Seu desenvolvimento inicia-se com a coleta manual de dados, avança com o desenvolvimento da informática e a tecnologia *web*. Junto ao desenvolvimento tecnológico, surgem novas técnicas de análise e interpretação dos dados tempo-intensidade. A disponibilidade de sistemas computadorizados de coleta e tratamento de dados tem despertado interesse dos pesquisadores para a realização de estudos sensoriais dinâmicos. A maioria dos sistemas comerciais de análise sensorial incluem o método tempo-intensidade, porém, possuem um custo muito elevado. O protótipo TI-Web foi desenvolvido como uma solução de baixo custo para viabilizar estudos sensoriais com o método tempo-intensidade. O protótipo possibilita a programação de testes sensoriais, a coleta de dados através de uma escala de tempo-intensidade, a visualização de dados coletados e das curvas TI e a extração de alguns parâmetros das curvas. O protótipo TI-Web foi utilizado com sucesso na obtenção de parâmetros curvas TI para o atributo doçura, permitindo a seleção de julgadores para estudos futuros com edulcorantes. A validação do protótipo TI-Web foi realizada a partir de um estudo de avaliação de características dinâmicas do gosto doce em soluções de sacarose, aspartame e da mistura ciclamato/sacarina 2:1 em equivalência de doçura através da metodologia de tempo-intensidade. Os resultados tempo-intensidade revelaram um cenário mais compreensivo das características de doçura das amostras estudadas. Através deste estudo pôde-se concluir que a amostra de sacarose apresentou uma persistência significativamente maior na intensidade do gosto doce do que a amostra ciclamato/sacarina 2:1. O protótipo TI-Web permitiu a coleta de dados e a extração dos parâmetros de tempo-intensidade.

**Palavras-chave:** análise tempo-intensidade, análise sensorial, programa computacional, doçura.

CERQUEIRA JR, N. G. *Desenvolvimento de um sistema computadorizado para a coleta e o tratamento de dados tempo-intensidade*. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis - SC, 2005.

# *Abstract*

The perception of taste, flavor, aroma, texture, thermal and prickly sensations provoked by food present dynamic changes in intensity with time. The time-intensity method (TI), being developed since 1950, has been demonstrated as an indispensable tool in sensory analysis dynamic studies. Its development begins with the manual collection of data and advances with the development of computing and web technology. Together with technological development, new time-intensity data analysis and interpretation techniques appear. The availability of computing systems for the collection and treatment of data has been drawing researcher's attentions to sensory dynamic studies. Most commercial sensory analysis systems include the time-intensity methodology but represent a costly investment. The TI-Web prototype was developed as a low cost solution to allow the performing of sensory studies with the time-intensity method. The prototype enables the programming of sensory tests, data collection through a time-intensity scale, the visualization of the data and the TI curves collected and the extraction of some parameters from the curves. The TI-Web prototype was successfully used in obtaining TI curves parameters for sweetness, allowing judges selection for future studies with sweeteners. The TI-Web prototype validation was performed through an evaluation study of the dynamic characteristics of sweet taste in sucrose solutions, aspartame and a 2:1 mixture of cyclamate/saccharine in sweet equivalence through the time-intensity methodology. Time-intensity results revealed a more comprehensive scenery of the sweetness characteristics of the analyzed samples. Through this study it could be concluded that the sucrose sample presented a significantly greater persistency in sweet intensity than the 2:1 cyclamate/saccharine sample. The TI-Web prototype performed the data collection and time-intensity parameters extraction.

**Keywords:** time-intensity analysis, sensory analysis, software, sweetness.

# *Sumário*

<b>1</b>	<b>Introdução</b>	<b>11</b>
<b>2</b>	<b>Objetivos</b>	<b>13</b>
2.1	Objetivo Geral . . . . .	13
2.2	Objetivos Específicos . . . . .	13
<b>3</b>	<b>Capítulo 1</b>	<b>14</b>
3.1	Introdução . . . . .	15
3.2	Interpretação e Análise das curvas TI . . . . .	18
3.3	Aplicações do método tempo-intensidade . . . . .	22
3.4	Perspectivas para o método tempo-intensidade . . . . .	28
	<b>Referências</b>	<b>29</b>
<b>4</b>	<b>Capítulo 2</b>	<b>34</b>
4.1	Introdução . . . . .	35
4.2	Material e Métodos . . . . .	36
4.2.1	Aplicação: seleção de julgadores . . . . .	39
4.2.1.1	Preparação das amostras . . . . .	39
4.2.1.2	Recrutamento e pré-seleção dos julgadores . . . . .	39
4.2.1.3	Seleção final dos julgadores . . . . .	39
4.3	Resultados e Discussão . . . . .	40
4.3.1	Recrutamento e pré-seleção de julgadores . . . . .	40

4.3.2	Seleção final dos julgadores . . . . .	40
4.3.3	Desempenho do protótipo TI-Web . . . . .	41
4.4	Conclusão . . . . .	43
	<b>Referências</b>	<b>44</b>
<b>5</b>	<b>Capítulo 3</b>	<b>46</b>
5.1	Introdução . . . . .	47
5.2	Material e Métodos . . . . .	48
5.2.1	Preparação das amostras . . . . .	48
5.2.2	Sistemas de coleta de dados tempo-intensidade . . . . .	48
5.2.3	Equipe sensorial . . . . .	49
5.2.4	Avaliação das amostras e parâmetros das curvas TI . . . . .	49
5.2.5	Análise estatística . . . . .	49
5.3	Resultados e discussão . . . . .	50
5.3.1	Avaliação das amostras . . . . .	50
5.4	Conclusão . . . . .	53
	<b>Referências</b>	<b>54</b>
<b>6</b>	<b>Conclusões</b>	<b>56</b>

# *Lista de Figuras*

1	Curva típica tempo-intensidade com alguns parâmetros representados. Valor de intensidade máxima (Imax), tempo para atingir a intensidade máxima (TImax), tempo total de duração do estímulo (Ttot), área total sob a curva (Área), tempo de duração da intensidade máxima (Platô), tempo antes do estímulo inicial (tempo de reação) (Tlag), tempo de leitura dos dados (Tfinal), taxa de crescimento (Mads), taxa de decrescimento (Mdes), área sob a curva antes da intensidade máxima (A), área sob a curva depois da intensidade máxima (B) (CLIFF; HEYMANN, 1993). . . . .	19
2	Esquema de uma rede <i>intranet</i> com o computador servidor e os clientes. . . . .	37
3	Tela de coleta de dados, com a escala de intensidade e o cursor do protótipo TI-Web. . . . .	38
4	Tela de coleta de dados do protótipo TI-Web, durante um teste tempo-intensidade, com mensagem para o julgador. . . . .	38
5	Curvas tempo-intensidade para o gosto doce obtidas durante o treinamento de um julgador para amostras de ciclamato/sacarina 2:1. . . . .	42
6	Análise de Componentes Principais dos parâmetros da curva tempo-intensidade para as amostras de adoçantes (scores). TImax: tempo de intensidade máxima, Imax: intensidade máxima, Platô: tempo de duração da intensidade máxima, Área: área sob a curva, Td: tempo correspondente ao ponto onde a intensidade máxima começa a declinar, Ttot: tempo total de duração do estímulo. . . . .	51
7	Análise de Componentes Principais dos parâmetros da curva tempo-intensidade para as amostras de adoçantes (loadings). SAC: solução de sacarose 10%, ASP: solução de aspartame em equivalência de doçura com a amostra SAC e CS: mistura ciclamato/sacarina 2:1 em equivalência de doçura com a amostra SAC. . . . .	51
8	Curvas tempo-intensidade características do gosto doce para as três amostras analisadas. . . . .	52

## *Lista de Tabelas*

1	Níveis de probabilidade de $F_{\text{amostra}}$ dos julgadores para os parâmetros da curva tempo-intensidade. . . . .	41
2	Níveis de probabilidade de $F_{\text{repetição}}$ dos julgadores para os parâmetros da curva tempo-intensidade. . . . .	41
3	Média dos parâmetros da curva tempo-intensidade para as amostras de adoçante	52

## *Lista de Siglas e Abreviaturas*

<b>TI</b>	tempo-intensidade;
<b>SCDTI</b>	sistema de coleta de dados tempo-intensidade;
<b>I<sub>max</sub></b>	intensidade máxima;
<b>T<sub>I<sub>max</sub></sub></b>	tempo para atingir a intensidade máxima;
<b>T<sub>tot</sub></b>	tempo total de duração do estímulo;
<b>Área</b>	área total sob a curva;
<b>Platô</b>	tempo de duração da intensidade máxima;
<b>T<sub>lag</sub></b>	tempo antes do estímulo inicial (tempo de reação);
<b>T<sub>final</sub></b>	tempo de leitura dos dados;
<b>M<sub>ads</sub></b>	taxa de crescimento;
<b>M<sub>des</sub></b>	taxa de decrescimento;
<b>T<sub>d</sub></b>	tempo correspondente ao ponto onde a intensidade máxima começa a declinar;
<b>A</b>	área sob a curva antes da Intensidade Máxima;
<b>B</b>	área sob a curva depois da Intensidade Máxima;
<b>ANOVA</b>	análise de variância;
<b>ACP</b>	análise de componentes principais;
<b>EDO</b>	equação diferencial ordinária;
<b>STATIS</b>	<i>Structuration des Tableaux A Trois Indices de la Statistique</i> ;
<b>APLSR</b>	regressão parcial por mínimos quadrados;
<b>PARAFAC2</b>	análise paralela de fatores 2;
<b>APCI-MS</b>	técnica de ionização química da pressão atmosférica-espectroscopia de massa;
<b>J2EE<sup>TM</sup></b>	<i>Java<sup>TM</sup> 2, Enterprise Edition</i> ;
<b>SAC</b>	solução de sacarose a 10% (p/v);
<b>ASP</b>	solução de aspartame com doçura equivalente à SAC;
<b>CS</b>	solução de mistura ciclamato/sacarina 2:1 com doçura equivalente à SAC;
<b>TI-Web</b>	protótipo de um sistema para a coleta e manipulação de dados tempo-intensidade.

# *1 Introdução*

Assim como o estímulo provocado pela música em nossos ouvidos, a percepção de características sensoriais de alimentos também é um fenômeno dependente do tempo. Ao colocar um alimento na boca, dependendo de sua constituição física, temperatura e da manipulação sofrida durante a ingestão, ele sofre diversas transformações, liberando substâncias voláteis e moléculas de gosto que provocam estímulos variados ao longo do tempo.

Os métodos sensoriais clássicos de escalas não permitem a medida satisfatória da evolução temporal dos estímulos sensoriais, pois restringem a resposta sensorial a um valor que representa uma média ou integração da percepção ao longo da ingestão do produto. Durante este processo, uma quantidade considerável de informação sensorial é desprezada.

O método sensorial tempo-intensidade, desenvolvido no início da década de 50, incorporou a dimensão tempo ao método sensorial de escala. A informatização do método, na década de 80, atraiu a atenção de muitos pesquisadores que começaram a aplicar o método para avaliar características sensoriais dinâmicas em variados produtos.

O primeiro capítulo da dissertação apresenta a revisão bibliográfica do método-tempo intensidade, com a evolução histórica do desenvolvimento do método, os avanços na análise e interpretação dos dados tempo-intensidade e uma coletânea de aplicações publicadas durante os últimos 10 anos.

O surgimento de sistemas comerciais de pesquisa sensorial foi um salto importante para a qualidade e facilidade da realização de pesquisas tempo-intensidade, além disso, novos métodos de análise e interpretação das curvas tempo-intensidade, baseados em análise multivariada, permitiram uma melhor interpretação dos dados.

Porém, muitos laboratórios de pesquisa não possuem recursos necessários para a aquisição de tais sistemas. A solução para alguns laboratórios foi o desenvolvimento de sistemas computacionais específicos para o método tempo-intensidade para viabilizar a realização de estudos sensoriais dinâmicos em alimentos.

Com o intuito de desenvolver um sistema específico para o método tempo intensidade, mas com características apresentadas em sistemas comerciais, foi desenvolvido o protótipo de uma aplicação *web* para coleta e tratamento de dados tempo-intensidade, denominado TI-Web.

O segundo capítulo da dissertação apresenta o protótipo TI-Web, com suas funcionalidades e um teste preliminar com o treinamento e seleção de julgadores para a análise de tempo-intensidade do atributo doçura em soluções de sacarose, aspartame e da mistura de ciclamato/sacarina 2:1.

Por fim, o terceiro capítulo traz um artigo onde o protótipo TI-Web é utilizado na avaliação do gosto doce de soluções sacarose, aspartame e da mistura ciclamato/sacarina 2:1 através do método tempo-intensidade. Esta aplicação permitiu a validação do protótipo para estudos com adoçantes.

O trabalho foi aprovado pela Comissão Nacional de Ética em Pesquisa (CONEP) sob o registro 155/04.

## **2**    *Objetivos*

### **2.1**   **Objetivo Geral**

Desenvolvimento de um sistema para viabilizar pesquisas com o método sensorial tempo-intensidade.

### **2.2**   **Objetivos Específicos**

Encontrar subsídios, através de uma revisão bibliográfica do método tempo-intensidade, para a definição dos requisitos necessários para a realização de estudos sensoriais dinâmicos em alimentos utilizando o método tempo-intensidade.

Desenvolvimento do protótipo de um sistema de coleta e tratamento de dados tempo-intensidade, de acordo com os requisitos verificados anteriormente.

Treinamento de uma equipe sensorial para o método tempo-intensidade com adoçantes e o aprimoramento do protótipo do sistema de coleta e tratamento de dados tempo-intensidade.

Validação do protótipo com o estudo de características tempo-intensidade na percepção do atributo doçura em soluções de sacarose, apartame e da mistura ciclamato/sacarina em concentrações equivalentes a solução de sacarose 10%.

### 3 *Capítulo 1*

## Método Tempo-Intensidade: Uma revisão

### Resumo

A percepção do gosto, sabor, aroma, textura, sensações térmicas e picantes provocadas por alimentos apresentam mudanças dinâmicas em intensidade com o tempo. O método tempo-intensidade (TI), em desenvolvimento desde a década de 50, tem se mostrado uma ferramenta indispensável para estudos dinâmicos em análise sensorial. Seu desenvolvimento inicia-se com a coleta manual de dados, avança com o desenvolvimento da informática e a tecnologia *web*. Junto ao desenvolvimento tecnológico, surgem novas técnicas de análise e interpretação dos dados tempo-intensidade. Este trabalho apresenta a evolução do desenvolvimento do método tempo-intensidade, da interpretação e análise das curvas tempo-intensidade e das diversas aplicações do método na análise sensorial de alimentos.

**Palavras-chave:** análise tempo-intensidade, análise sensorial.

### Abstract

The perception of taste, flavor, aroma, texture, thermal and spicy sensations provoked by food present dynamic changes in its intensity through time. The time-intensity (TI) method, which is being developed since 1950, has been demonstrated to be an indispensable tool for sensory analysis dynamic studies. It's development begins with the manual collection of data and advances with the development of computing and web technology. Together with technological development, new techniques for time-intensity analysis and interpretation of data appear. The present review presents the evolution of the time-intensity method, the interpretation and analysis of time-intensity curves and the various applications of the method in sensory analysis of food.

**Keywords:** time-intensity analysis, sensory analysis.

## 3.1 Introdução

Os métodos sensoriais convencionais, como a análise descritiva quantitativa ou outras formas de avaliação utilizando escalas, consideram implicitamente as propriedades sensoriais sob investigação como um fenômeno estático (DIJKSTERHUIS; PIGGOTT, 2001). Esta abordagem, restringe a medida da resposta sensorial a apenas um ponto. Os julgadores fazem uma “média temporal” ou uma integração de sua percepção em relação ao tempo para descrever um valor de intensidade único (equação 3.1). Este processo pode resultar em um mascaramento ou perda de informações relevantes (LEE III; PANGBORN, 1986). Assim, métodos que reconhecem as propriedades dinâmicas da ingestão de alimentos (mastigação e salivação), como o método tempo-intensidade (TI), produzem resultados mais abrangentes que os métodos estáticos (DIJKSTERHUIS; PIGGOTT, 2001).

$$\text{resposta sensorial} = \int_{\text{tempo de ingestão}}^{\text{tempo até engolir/cuspir}} (\text{percepção}) dt \quad (3.1)$$

As mudanças dinâmicas nas intensidades das percepções são mais evidentes em alimentos que sofrem um significativo derretimento ou transformações de fase na mucosa oral. Em geral, os alimentos requerem uma manipulação seqüencial com a língua e mastigação para quebrar os sólidos e misturá-los com a saliva até ocorrer a deglutição (LEE III; PANGBORN, 1986).

Publicações com observações sobre as mudanças naturais da percepção do sabor apareceram na década de 30, mas o método tempo-intensidade (TI) só foi reconhecido como método sensorial na década de 50 (DIJKSTERHUIS; PIGGOTT, 2001). Söström e Cairncross (1953) realizaram estudos tempo-intensidade sobre o gosto residual amargo em diferentes cervejas e Neilson (1957) utilizou a metodologia tempo-intensidade para avaliar o gosto de gomas de mascar, o amargor de cervejas e a redução do amargor em drogas. O registro dos dados era feito graficamente em um papel com marcas de tempo, com o auxílio de um cronômetro. McNulty (1974) introduziu sinais sonoros para indicar o momento da marcação da intensidade do estímulo percebido no papel, eliminando, assim, o potencial de distração do julgador com o cronômetro.

No final da década de 70 e início dos anos 80, vários sistemas eletromecânicos foram desenvolvidos para facilitar o desenho das curvas tempo-intensidade. Larson-Powers e Pangborn (1978) desenvolveram um sistema com um papel de registro móvel associado a uma barra metálica com uma escala não estruturada, onde os julgadores apoiavam uma caneta para expressar a intensidade percebida. Swartz (1980) simplificou e utilizou este método para avaliar adoçan-

tes sintéticos. Outros autores utilizaram um sistema com disco potenciométrico conectado a um registrador de papel contínuo (LAWLESS; SKINNER, 1979; BIRCH; OGUNMOYELA, 1980). Neste momento, a análise manual das curvas tempo-intensidade ainda demandava um grande esforço.

O desenvolvimento dos microcomputadores, na segunda metade da década de 80, tornou possível a criação de sistemas de coleta de dados eletromecânicos em conjunto com programas específicos para a análise da informação tempo-intensidade. Schmitt et al. (1984), utilizaram o sistema com papel de registro móvel para coletar os dados tempo-intensidade. Um microcomputador acoplado a um digitalizador mecânico foi utilizado para digitalizar os dados obtidos e transferí-los, através de um *modem*, a um *mainframe*<sup>1</sup> para serem analisados por um *software* de estatística (SAS).

Guinard, Pangborn e Shoemaker (1985) utilizaram um *joystick* adaptado a uma escala e conectado a um microcomputador para gravar dados de intensidade de estímulos de gosto ao longo do tempo. O botão do *joystick* foi usado para o sinal de começo e fim de um teste e a tela para exibir as instruções. O sistema computadorizado se mostrou mais rápido, mais acurado e mais interessante para os julgadores. Yoshida (1986) desenvolveu um sistema em que a coleta de dados era feita através de um *mouse* com movimentos limitados a uma dimensão acoplado a uma escala de magnitude. O autor utilizou alertas sonoros para indicar o início do teste e ingestão da amostra.

A evolução da informática nos anos 90 permitiu o surgimento de novos programas de computador amigáveis em substituição aos sistemas eletromecânicos de coleta de dados. Estes programas foram desenvolvidos de forma especializada ou como parte de sistemas comerciais de coleta e análise de dados sensoriais (DIJKSTERHUIS; PIGGOTT, 2001). Alguns destes sistemas especializados foram desenvolvidos de forma independente, por encomenda de laboratórios de pesquisa, que necessitavam utilizar o método tempo/intensidade e ao mesmo tempo não dispunham de recursos para a aquisição um sistema completo para análise sensorial (CARDELLO, 1996). De forma geral, os sistemas de coleta de dados tempo-intensidade desenvolvidos nos últimos anos possuem o modelo de interface gráfica com características semelhantes, apresentam na tela um botão de início/fim de teste e uma escala de intensidade rotulada, composta de um cursor deslizante atrelado ao movimento do *mouse* (BROWN; GÉRAULT; WALKELING, 1996; CARDELLO et al., 2003; HARKER; LAU; GUNSON, 2003).

Duizer, Bloom e Findlay (1995) realizaram um estudo comparativo entre dados de curvas tempo-intensidade, para a percepção do gosto doce, obtidas por meio de escalas de intensidade

---

<sup>1</sup>computador de grande porte.

verticais ou horizontais. Os resultados mostraram que a orientação da escala, na tela, não influenciou a resposta dos julgadores. A partir deste estudo, Duizer, Bloom e Findlay (1997) propuseram uma evolução ao método tempo-intensidade tradicional, com a adição de mais uma escala de intensidade, permitindo a análise simultânea de dois atributos sensoriais.

Alguns autores continuam a desenvolver pesquisas utilizando métodos manuais e eletromecânicos para coletar dados tempo-intensidade. King e Duineveld (1999) utilizaram um sistema transdutor especial, um equipamento que ao ser pressionado transmite a medida da força mecânica da mão para um amplificador, sendo os dados de tempo-intensidade coletados e gravados através de um *software* específico. Valentová et al. (2002) realizaram experimentos comparativos utilizando o sistema manual através de cartões de registro e sistemas computadorizados, usando uma tela de computador e operando um *mouse* ou um monitor sensível ao toque através de uma escala gráfica não estruturada. Nenhuma diferença quanto a dependência temporal foi observada entre os resultados obtidos através do sistema manual e do procedimento computadorizado operado em conjunto com o *mouse*, também não havendo diferença significativa entre este último e o método com monitor sensível ao toque.

Cardello et al. (2003), destacaram o alto custo dos sistemas comerciais como um empecilho para o desenvolvimento de pesquisas sensoriais de tempo-intensidade no Brasil. Para resolver este problema, os autores desenvolveram um sistema de coleta de dados tempo-intensidade (SCDTI). O sistema opera no sistema operacional windows<sup>2</sup>, apresenta uma interface gráfica de coleta de dados em forma de escala, permite a visualização de curvas tempo-intensidade, a extração de parâmetros e a exportação dos dados e curvas para arquivos. O SCDTI permitiu a realização de várias pesquisas com a utilização da metodologia tempo-intensidade (CARDELLO; SILVA; DAMÁSIO, 1999; CARDELLO; FARIA, 1999; SILVA et al., 2004).

A maior parte dos sistemas de análise sensorial comerciais e independentes foram desenvolvidos para operar somente sob o sistema operacional windows, que é proprietário e possui um custo de licença elevado. Os sistemas independentes não apresentam recursos encontrados em sistemas comerciais, tais como a utilização de banco de dados relacional para facilitar o gerenciamento de dados e programação prévia de um conjunto de testes.

Em 2004, foi desenvolvido um protótipo, baseado na tecnologia *web*, de um sistema para coleta e tratamento de dados sensoriais de tempo-intensidade. O protótipo, denominado TI-Web, ainda está em fase de testes e apresenta características como armazenamento de dados de tempo-intensidade em uma base de dados relacional, opera em ambiente multiplataforma, ou seja, pode operar em diversos sistemas operacionais (ex.: linux), programação dos testes

---

<sup>2</sup>Marca registrada Microsoft

tempo-intensidade em uma etapa inicial para agilizar a realização dos testes, interface de coleta de dados tempo-intensidade amigável, obtenção de parâmetros das curvas tempo-intensidade, exportação de dados e gráficos de curvas tempo-intensidade (CERQUEIRA JR; TEIXEIRA; AMBONI, 2005).

## 3.2 Interpretação e Análise das curvas TI

Antes da introdução da informática, os recursos para a extração de informação das curvas tempo-intensidade era limitado. A interpretação das curvas se limitava na quantificação de pontos chaves ou parâmetros das curvas. Os parâmetros selecionados pelos pesquisadores eram, relativamente, os mais fáceis de serem extraídos. Intensidade máxima, tempo para intensidade máxima e tempo total foram os parâmetros utilizados com maior freqüência. O parâmetro área sob a curva, com muito esforço, era calculado manualmente (CLIFF; HEYMANN, 1993).

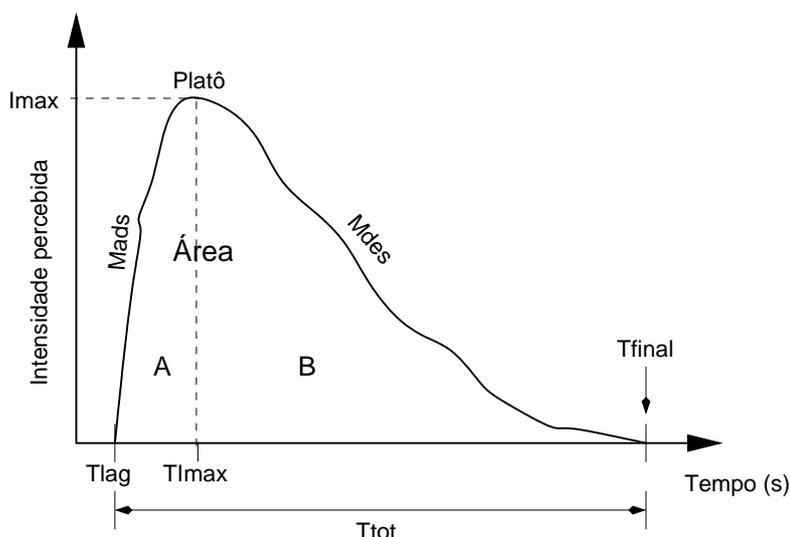
Com a informatização do método tempo-intensidade, parâmetros que exigiam cálculos mais complexos, como a área sob a curva, taxa de crescimento e taxa de decrescimento da curva foram obtidos com maior facilidade (YOSHIDA, 1986; LALLEMAND et al., 1999).

No entanto, nem todos os pesquisadores utilizavam a mesma terminologia e abreviações para descrever os parâmetros tempo-intensidade. A partir da revisão de Cliff e Heymann (1993) foi definida a nomenclatura de parâmetros tempo-intensidade para facilitar a interpretação da literatura. Os principais parâmetros e suas abreviações foram definidos como intensidade máxima ( $I_{max}$ ), tempo para atingir a intensidade máxima ( $T_{I_{max}}$ ), tempo total de duração do estímulo ( $T_{tot}$ ), área total sob a curva ( $\acute{A}rea$ ), tempo de duração da intensidade máxima ( $Plat\hat{o}$ ), tempo antes do estímulo inicial (tempo de reação) ( $T_{lag}$ ), tempo de leitura dos dados ( $T_{final}$ ), taxa de crescimento ( $M_{ads}$ ), taxa de decrescimento ( $M_{des}$ ), área sob a curva antes da Intensidade Máxima ( $A$ ), área sob a curva depois da Intensidade Máxima ( $B$ ), gosto residual calculado através da razão ( $A/B$ ). A **FIGURA 1** mostra a representação de uma curva tempo-intensidade de uma sensação única e alguns parâmetros que podem ser extraídos.

A maioria dos pesquisadores utilizou a regressão linear para calcular a taxa de crescimento ( $M_{ads}$ ) e a taxa de decrescimento ( $M_{des}$ ) da curva, no entanto, alguns pesquisadores (SWARTZ, 1980) aproximaram o parâmetro taxa de crescimento a uma reta dividindo a intensidade máxima pelo tempo para atingir a intensidade máxima.

As diferenças individuais entre os julgadores são únicas e reprodutíveis devido às diferenças na anatomia, na manipulação oral e de escala. Entretanto, esta informação é geralmente desprezada quando a interpretação dos parâmetros tempo-intensidade é realizada através da análise

de variância (ANOVA). A variância devida aos julgadores é removida e, então, torna-se possível a avaliação das diferenças entre as amostras para cada parâmetro tempo-intensidade. Esta forma de tratamento dos dados permite a reconstrução de curvas tempo-intensidade com os valores médios dos parâmetros (SWARTZ, 1980; SCHMITT et al., 1984; GUINARD; PANGBORN; SHOEMAKER, 1985).



**FIGURA 1.** Curva típica tempo-intensidade com alguns parâmetros representados. Valor de intensidade máxima ( $I_{max}$ ), tempo para atingir a intensidade máxima ( $T_{lmax}$ ), tempo total de duração do estímulo ( $T_{tot}$ ), área total sob a curva (Área), tempo de duração da intensidade máxima (Platô), tempo antes do estímulo inicial (tempo de reação) ( $T_{lag}$ ), tempo de leitura dos dados ( $T_{final}$ ), taxa de crescimento ( $M_{ads}$ ), taxa de decrescimento ( $M_{des}$ ), área sob a curva antes da intensidade máxima (A), área sob a curva depois da intensidade máxima (B) (CLIFF; HEYMANN, 1993).

Em uma tentativa de caracterizar melhor as informações tempo-intensidade, Overbosch, Enden e Keur (1986) propuseram o cálculo de curvas médias através das médias dos valores de intensidade em cada tempo. Neste método, como as curvas de todos os julgadores são utilizadas para o cálculo da curva média, é desejável a concordância entre os resultados dos julgadores para evitar a distorção na forma da curva média em relação às curvas originais. As curvas obtidas apresentaram múltiplos picos, picos mais largos ou mais estreitos. Este problema pôde ser parcialmente resolvido através da eliminação de algumas curvas individuais antes do cálculo da curva média, no entanto, a curva resultante não representou a média de todas as respostas.

Para minimizar o problema das diferenças entre as curvas individuais, Overbosch, Enden e Keur (1986) propuseram a normalização dos dados do vetor intensidade, em seguida, o cálculo das médias das intensidades em todos os tempos, para parte ascendente e descendente da curva, separadas pelo  $T_{lmax}$  resultando na curva média. Liu e MacFie (1990) propuseram uma modificação para o método de Overbosch, Enden e Keur (1986), por meio da normalização dos

dados dos vetores nas direções do tempo e da intensidade. Esta modificação visou a eliminação dos problemas com a presença de platôs de intensidade máxima, de curvas que não terminassem com intensidade zero, da presença de valores de intensidade acidentais no final das curvas e da presença de curvas com múltiplos picos. Através deste método, os principais parâmetros da curva resultante correspondem aos parâmetros médios das curvas individuais (MACFIE; LIU, 1992).

Van Buuren (1992) sugeriu a utilização da análise de componentes principais (ACP) em curvas tempo-intensidade centradas, para cada valor de tempo, para a criação de *curvas principais de covariância*. Este método permitiu que as informações comuns dos julgadores fossem extraídas com mais peso do que a informação devida aos desvios de resposta. As curvas construídas através deste método se mostraram úteis para avaliação da equipe de julgadores produzindo resultados mais representativos do que as curvas médias.

Dijksterhuis (1993) propôs duas variações ao método de Van Buuren (1992) para o cálculo de “curvas principais”. As variações baseiam-se no número de transformações iniciais dos dados coletados. A primeira alternativa sugere a centralização e normalização das curvas tempo-intensidade e aplicação da ACP. As curvas obtidas por este processo são chamadas *curvas principais de correlação* e representam similaridades na forma geral das curvas tempo-intensidade. Outra alternativa, sugere a aplicação da ACP sob as curvas originais, sem tratamento inicial dos dados, sendo as curvas obtidas chamadas de *curvas principais não-centradas*. O primeiro componente principal não-centrado agregou melhor as características das curvas tempo-intensidade. O segundo componente principal não-centrado pôde ser interpretado como um modelo da taxa de crescimento e decrescimento das curvas tempo-intensidade (DIJKSTERHUIS; FLIPSEN; PUNTER, 1994).

Dijksterhuis e Broek (1995) sugeriram um método para alongar ou encurtar os eixos de intensidade e de tempo das curvas tempo-intensidade. Através deste método, as escalas das curvas tempo-intensidade foram inteiramente ajustadas de forma isotrópica, ou seja, a curva é alongada ou encurtada com o mesmo fator em ambas as direções. No entanto, as soluções fornecidas são incompletas, porque não há razão para assumir que as escalas de intensidade e de tempo devam ser ajustadas na mesma proporção.

Dijksterhuis e Eilers (1997) destacaram algumas desvantagens associadas a utilização da ACP na análise de curvas TI. O aspecto ordinal do tempo é negligenciado na análise, qualquer permutação nos pontos de tempo resultam na mesma solução. O eixo do tempo não é representado na curva principal. Diante destes problemas, os autores propuseram uma solução para permitir o ajuste das escalas de tempo e de intensidade de forma independente. Os auto-

res obtiveram a “melhor curva” aplicando um modelo semi-paramétrico de “curva prototipada projetada”. Uma curva suave foi ajustada sobre os dados das escalas de intensidade e tempo separadamente para maximizar o ajuste das curvas tempo-intensidade individuais.

Lallemand et al. (1999) desenvolveram um método para extração de parâmetros de curvas tempo-intensidade utilizando um modelo trapezoidal. Este modelo permite a extração das coordenadas de quatro pontos das curvas tempo-intensidade. Inicialmente são identificados os valores de intensidade máxima e do tempo para intensidade máxima correspondente da curva tempo-intensidade. Os pontos do trapézio são obtidos através de uma relação com valor da intensidade máxima. A primeira (A) e a última (D) coordenadas são extraídas dos valores de tempo correspondentes a 5% da intensidade máxima. As outras duas coordenadas (B e C) são extraídas a partir dos valores de 90% da intensidade máxima. A partir destas quatro coordenadas são calculados os parâmetros secundários como, a duração total do estímulo, área sob a curva, platô, taxa de crescimento e taxa de decrescimento da curva. O modelo funciona somente para curvas simples, com apenas um pico.

Pfeifer, Boulton e Noble (2000) desenvolveram um modelo matemático geral para uma resposta ao estímulo doce. O modelo foi constituído por um conjunto de equações diferenciais ordinárias (EDO), que expressam as taxas de difusão ao longo da fronteira da camada de saliva e adsorção e dessorção para as proteínas do sítio receptor nas células dos botões gustativos. Os valores iniciais para as equações foram obtidos através das médias de dados TI observados. As curvas preditas pelo modelo se mostraram próximas das respostas tempo-intensidade de 19 julgadores para diferentes adoçantes.

Wendin, Janestad e Hall (2003) desenvolveram modelos baseados em equações polinomiais e equações diferenciais ordinárias (EDO) para serem ajustados a dados experimentais de tempo-intensidade. Estes modelos foram utilizados para descrever e interpretar dados TI. Através das primeiras e segundas derivadas foi possível descrever as mudanças com o tempo da intensidade percebida e da área sob a curva. Os modelos EDO, quando obtidos de um experimento bem modelado, permitem estimar a percepção dinâmica para ajustes experimentais dentro da escala dos ajustes originais.

Chaya et al. (2003) investigaram recentemente a utilização do método STATIS (*Structuration des Tableaux A Trois Indices de la Statistique*) para a análise de curvas tempo-intensidade. O STATIS é um método de análise de dados aplicável a matrizes de dados centrados, que descrevem um fenômeno tempo-dependente, com as variáveis medidas ao longo do tempo em relação a um grupo de indivíduos ou objetos. Ele se adapta bem ao modelo de dados tempo-intensidade, tendo como variáveis os atributos sensoriais e como objeto o conjunto de produtos analisados.

O estudo mostrou que o método STATIS é válido para a investigação da percepção dinâmica de características sensoriais.

Eilers e Dijksterhuis (2004) propuseram um modelo paramétrico genérico de cinco parâmetros para o ajuste de curvas TI. O modelo descreve a “concentração” de uma substância hipotética como o produto de uma curva em forma de “S” ascendente e outra curva em forma de “S” descendente. Os autores supuseram que a resposta de um julgador, gravada por um instrumento, é proporcional ao logaritmo da concentração hipotética. A equação logística foi usada porque é uma das fórmulas mais simples para se obter uma curva em forma de “S”. O modelo para o ajuste de curvas TI se comportou bem para curvas simples, mas não foi uma boa aproximação para curvas mais complexas com múltiplos platôs.

Ovejero-López, Bro e Bredie (2005) utilizaram diferentes métodos para analisar os dados de 800 curvas tempo-intensidade obtidas a partir de testes sensoriais com gomas de mascar, para atributos de gosto e sabor. Os métodos utilizados foram: a normalização de dados tempo-intensidade, proposto por Liu e MacFie (1990), a extração de parâmetros *ad hoc*, a análise de componentes principais (ACP) e a análise de variância (ANOVA) com regressão parcial por mínimos quadrados (APLSR). Além dos métodos citados, os autores propuseram mais dois métodos multivariados alternativos, a ACP duplo e a “análise paralela de fatores 2” (PARAFAC2). Todos os métodos possibilitaram interpretações dos dados tempo-intensidade e levaram a conclusões similares.

### 3.3 Aplicações do método tempo-intensidade

A partir da década de 50, o método tempo-intensidade começou a ser utilizado com mais frequência na análise sensorial de alimentos. À medida em que o método foi sendo aperfeiçoado e informatizado uma variedade maior de aplicações surgiram. Dentre as principais aplicações do método tempo-intensidade estão as pesquisas com edulcorantes, amargor em cerveja, características de textura em carne e frutas.

A aplicação do método tempo-intensidade na pesquisa com edulcorantes auxiliou a investigação de modelos teóricos para a percepção de gostos (BIRCH; LATYMER, 1980; OVERBOSCH, 1986), a avaliação e quantificação do gosto residual (LARSON-POWERS; PANGBORN, 1978; LAWLESS; SKINNER, 1979; BIRCH; OGUNMOYELA, 1980; SWARTZ, 1980), o estudo dos efeitos sinérgicos ou supressores de combinações de edulcorantes (HARRISON; BERNHARD, 1984), o estudo das relações existentes entre as propriedades físicas e as características tempo-intensidade (CALVIÑO, 1986; PORTMANN; SERGHAT; MATHLOUTHI, 1992; WIET et al., 1993)

e na caracterização de edulcorantes (MORI; YOTSUYANAGI; DOHI, 1994; CARDELLO, 1996; PORTMANN; KILCAST, 1996; CARDELLO; SILVA; DAMÁSIO, 1999).

O método tempo-intensidade foi utilizado em parte da pesquisa realizada por Cardello (1996) para caracterização dos edulcorantes aspartame, ciclamato/sacarina (2:1) e estévia (CARDELLO; SILVA; DAMÁSIO, 1999). Os autores utilizaram, para o teste tempo-intensidade, soluções aquosas em equivalência de doçura com soluções de sacarose em concentrações variando de 3% a 50% (p/v). A análise de variância (ANOVA) dos parâmetros das curvas tempo-intensidade e análise de componentes principais (ACP) das médias dos parâmetros tempo-intensidade permitiram a caracterização dos edulcorantes nas concentrações analisadas.

Cardello, Silva e Damásio (1998) realizaram a seleção de parâmetros tempo-intensidade para a descrição de características sensoriais temporais com relação a doçura e amargor dos edulcorantes aspartame, ciclamato/sacarina (2:1) e estévia. Para tanto, realizaram testes tempo-intensidade utilizando quatro concentrações equivalentes para cada produto. Os parâmetros tempo-intensidade extraídos das curvas foram tempo para atingir a intensidade máxima, tempo onde a intensidade máxima começa a declinar, platô, área total sob a curva, tempo total de duração do estímulo e intensidade máxima percebida. Os parâmetros tempo-intensidade foram submetidos a análise de correlação e análise discriminante por passos. Os autores concluíram que o parâmetro área sob a curva poderia ser eliminado.

Mahawanich e Schmidt (2004) estudaram a relação entre a mobilidade da água e a doçura percebida em soluções de sacarose, frutose e glicose em concentrações de 0,15 mol/l até a saturação. Para medir a mobilidade da água utilizaram técnicas de ressonância magnética e a doçura percebida foi estudada utilizando o método tempo-intensidade. Os resultados mostraram que não existiu correlação entre a mobilidade da água e a doçura percebida.

O método tempo intensidade tem sido utilizado como ferramenta muito útil na análise de bebidas com amargor característico, como cervejas (NEILSON, 1957; SCHMITT et al., 1984; VAN BUUREN, 1992; DIJKSTERHUIS, 1993) e a bebida de café (LEACH; NOBLE, 1986).

Cardello e Faria (1999) utilizaram o método tempo-intensidade para estudar características de sabor de aguardente de cana envelhecida em barril de carvalho. Os resultados mostraram decréscimos na intensidade correlacionados a duração dos sabores alcoólico e agressivo, e aumento no sabor de madeira durante quatro os anos de maturação. Para o gosto doce, houve um pequeno aumento na intensidade após dois anos de maturação e um aumento substancial na duração, correspondendo a um aumento na persistência do gosto doce, sem um aumento substancial em sua intensidade máxima.

King e Duineveld (1999) realizaram uma pesquisa sobre as mudanças no amargor de cervejas envelhecidas naturalmente utilizando o método tempo-intensidade em conjunto com a cromatografia líquida de alta eficiência. A análise dos dados mostrou que os valores de intensidade máxima e área sob a curva tempo-intensidade, para o atributo amargor, diminuíram com a idade da cerveja e que a taxa de aumento da intensidade do gosto amargo foi maior em cervejas mais velhas.

O método tempo-intensidade foi utilizado por Techakriengkrai et al. (2004) em uma pesquisa sobre a percepção do amargor em 18 tipos de cerveja com diferentes concentrações de iso- $\alpha$ -ácidos. Os resultados demonstraram a existência de correlação entre a concentração de iso- $\alpha$ -ácidos e a percepção do gosto amargo. A comparação das curvas tempo-intensidade de 8 julgadores para um tipo de cerveja indicou diferenças entre os julgadores. Mas, as curvas tempo-intensidade de um julgador para diferentes tipos de cerveja mostraram similaridades qualitativas e diferenças quantitativas.

Silva et al. (2004) utilizaram o método tempo-intensidade para avaliar o gosto amargo da bebida de café orgânico. Os autores utilizaram 4 marcas comerciais de café orgânico e uma de café convencional. Os parâmetros da curva tempo-intensidade tempo para a intensidade máxima, intensidade máxima, platô, área sob a curva, tempo correspondente ao ponto onde a intensidade máxima começa a declinar e tempo total de duração do estímulo foram submetidos a análise de variância (ANOVA), teste de comparação de médias (Duncan) e análise de componentes principais (ACP). Uma das marcas de café orgânico apresentou maior intensidade máxima do gosto amargo em relação as demais.

Ishikawa e Noble (1995) estudaram a interação entre a adstringência e a doçura em vinhos tintos através do método tempo-intensidade. Os parâmetros tempo-intensidade de intensidade máxima e duração total do estímulo para a adstringência decresceram significativamente com o aumento da concentração de sacarose. No entanto, nenhum parâmetro tempo intensidade para a doçura foi afetado significativamente com o nível de adstringência. Julgadores com um nível baixo de salivação perceberam um gosto residual adstringente mais persistente do que os julgadores com nível alto de salivação, indicando uma relação entre a salivação e a percepção do gosto residual amargo.

Kallithraka et al. (2001) investigaram a relação entre a composição protéica da saliva e a percepção da adstringência, através do método tempo-intensidade, do vinho tinto. Os resultados mostraram uma forte correlação entre os parâmetros tempo-intensidade e os valores de picos dos compostos fenólicos identificados através de cromatografia líquida de alta eficiência (CLAE). Os autores concluíram que a concentração relativa de proteínas salivares são importantes para a

percepção da adstringência.

Valentová et al. (2002) utilizaram a metodologia tempo-intensidade para estudar o gosto adstringente do vinho, *vermouth* e outras bebidas. Os resultados mostraram que o parâmetro tempo de residência da amostra na boca influenciou os parâmetros de intensidade máxima e a taxa de decrescimento em uma relação exponencial. As soluções de ácido tânico e de catequina apresentaram uma maior adstringência em água do que em vinho ou em suco de laranja.

O método tempo-intensidade tem sido utilizado para estudar propriedades de textura em diversos produtos (LEE III; TAKAHASHI; PRUITT, 1992; DUIZER; GULLETT; FINDLAY, 1994). Braxton, Dauchel e Brown (1996) utilizaram o método tempo-intensidade em conjunto com um eletromiógrafo para estudar a influência da eficiência de mastigação na percepção de maciez de amostras de carne cozida. Os diferentes grupos de eficiência de mastigação mostraram uma tendência de diferença quanto as formas das curvas tempo-intensidade para a maciez percebida, indicando a diferença dos julgadores em relação aos seu conceitos de maciez da carne.

Brown, Gérald e Walkeling (1996) utilizaram o método tempo-intensidade para investigar os critérios usados por julgadores não treinados em métodos sensoriais clássicos, na avaliação da maciez e suculência de filés de carne bovina e suína. As formas das curvas tempo-intensidade para a maciez e suculência diferiram entre os julgadores, mas apresentaram similaridades para os dois atributos individualmente. Alguns julgadores indicaram que a suculência aumenta durante a mastigação. Os resultados indicaram que os julgadores diferiram em seus conceitos sensoriais de maciez e suculência. Os autores sustentam o uso do método tempo-intensidade para a interpretação de diferenças individuais na percepção sensorial. Butler et al. (1996) também utilizaram o método tempo-intensidade para estudar a percepção de maciez de carne de porco em diferentes cortes.

Zimoch e Gullett (1997) avaliaram diferenças temporais na percepção dos atributos suculência e maciez em filés de músculo bovino e diferenças entre as amostras de filé. A inspeção visual das curvas tempo-intensidade para a maciez permitiu o agrupamento dos julgadores em três grupos, de acordo com padrões de eficiência de mastigação. O grupo maior foi composto pelos julgadores que mastigaram a carne com maior eficiência em um curto espaço de tempo. O segundo grupo, necessitou de um esforço maior para completar a mastigação e levou um tempo maior até a intensidade máxima. O último grupo foi composto pelos julgadores ineficientes na mastigação. A análise de componentes principais dos dados tempo-intensidade indicou uma boa homogeneidade da equipe sensorial, tanto para a maciez quanto para a suculência. Os autores encontraram correlações significativas entre a maciez e a suculência para os parâmetros tempo para a intensidade máxima e duração total do estímulo. Isto sugere que os padrões de

mastigação podem ter efeito na percepção sensorial para os atributos maciez e a suculência.

Desobry-Banon e Vickers (1998) determinaram a medida dinâmica da coesividade de massa através do método tempo-intensidade de amostras elaboradas em laboratório (à base de goma xantana 5, 10 e 20 %) e outras adquiridas comercialmente (massa para biscoito, queijo fatiado tipo americano, *Thin Rolled Gold Pretzels*). Os resultados permitiram identificar dois padrões característicos nas curvas tempo-intensidade. No primeiro, as respostas para coesividade mostraram que as amostras à base de goma xantana e a massa para biscoito atingiram rapidamente um valor máximo próximo ao final da primeira manipulação com a língua e decresceu à medida em que o produto foi sendo quebrado por manipulações repetidas. O segundo, obtido das amostras de *pretzel*, apresentou um intervalo de tempo maior até a intensidade máxima refletindo o tempo necessário para a absorção de saliva e a manipulação. Os parâmetros intensidade máxima, duração total do estímulo e área sob a curva foram os melhores descritores dos produtos.

Smith e Noble (1998) utilizaram o método tempo-intensidade para investigar a influência do aumento da viscosidade na acidez e adstringência percebidas de soluções de sulfato de alumínio e ácido cítrico com adição de metil celulose. Os parâmetros tempo-intensidade de intensidade máxima e duração da adstringência percebida decresceram com o aumento da viscosidade, demonstrando o papel da viscosidade na redução da adstringência para os compostos estudados.

A suculência em frutas frescas (melancia, melão *Honey Dew*, morango, abacaxi e maçã) típicas da Nova Zelândia foi avaliada por Harker, Lau e Gunson (2003) através da metodologia tempo-intensidade. Os resultados do estudo demonstraram que as frutas possuem um nível mais elevado de suculência do que outros alimentos, tal como a carne, que é descrita, geralmente, como succulenta. Os parâmetros tempo-intensidade associados à melancia apresentaram valores altos de intensidade máxima, porém baixos valores para a duração total do estímulo. Por outro lado, a maçã apresentou valores moderados de intensidade máxima e valores para a duração total do estímulo bem maiores do que os da melancia. O estudo destacou o atributo de textura suculência como um bom descritor de muitas frutas e que a sensação de suculência muda em intensidade ao longo da mastigação.

Lynch et al. (1993) estudaram o efeito dos óleos de girassol e de coco na percepção dos gostos básicos (doce, amargo, salgado e ácido) através do método tempo-intensidade. Os julgadores avaliaram géis com gostos básicos após espalharem óleo na boca. Os resultados mostraram que os dois óleos reduziram a intensidade máxima e suprimiram as respostas de outras medidas de tempo-intensidade. O óleo de coco tendeu a ter efeitos mais consistentes e supressivos do que o óleo de girassol.

Wendin e Hall (2001) utilizaram o método tempo-intensidade em conjunto com a análise

descritiva e um estudo reológico para caracterizar a influência da gordura, espessante e emulsificante nas propriedades sensoriais do molho de salada. Os atributos sensoriais avaliados foram acidez, doçura e oleosidade. Os autores concluíram que as medidas sensoriais dinâmicas e descritivas se relacionaram principalmente com o atributo oleosidade.

Guinard, Pangborn e Shoemaker (2002) mostraram, através do método tempo-intensidade, que o aumento da concentração de gordura em molho de salada (emulsão óleo em água) provoca uma redução dos valores dos parâmetros tempo-intensidade de intensidade máxima, tempo total de estímulo e área sobre a curva tempo-intensidade para os sabores de alho e picante e um atraso na percepção do gosto ácido. Os autores concluíram, que em alimentos como molhos de salada, tanto as interações moleculares com a fase lipídica, quanto a estrutura física da matriz do alimento afetam as propriedades de liberação dos sabores.

Sinesio, Moneta e Esti (2005) estudaram a percepção temporal dos atributos amargor e pungência em óleo de oliva varietal armazenado por um período superior a dezoito meses através do método tempo-intensidade. Os autores observaram uma tendência de queda na intensidade e na duração dos atributos pungência e amargor com o armazenamento. O amargor foi o atributo dominante logo após a produção do óleo. Por outro lado, as amostras com um tempo maior de armazenamento, houve um decréscimo rápido do amargor e a pungência se tornou o atributo predominante (apesar de também decrescer).

Linforth, Baek e Taylor (1999) utilizaram o método tempo-intensidade em conjunto com a técnica de ionização química da pressão atmosférica - espectroscopia de massa (APCI-MS) para estudar a liberação dos voláteis de géis durante a ingestão. As curvas tempo-intensidade para o atributo sabor apresentaram muita semelhança com as curvas obtidas através da espectroscopia, indicando uma relação entre as mudanças na concentração de voláteis durante a ingestão e a percepção sensorial da intensidade dos voláteis. Os autores concluíram, que para eventos rápidos de ingestão, pode haver um atraso na percepção depois da concentração máxima do estímulo respiratório. Por outro lado, se o processo de ingestão for longo, pode ocorrer uma adaptação sensorial.

Miettinen, Hyvönen e Tuorila (2003) utilizaram o método tempo-intensidade para estudar a percepção retronasal do aroma de um composto polar (diacetil) e de um composto não polar (linalool) em leite desnatado com adição de óleo de canola (0, 1, 5 ou 10 %). Os autores concluíram que a liberação temporal do linalool questiona em parte, a indicação frequentemente repetida, que a redução de gordura resulta em uma liberação mais rápida do aroma.

No estudo de Courregelongue, Schlich e Noble (1999), o método tempo-intensidade permitiu a observação do aumento na intensidade da adstringência em leite de soja avaliada por

consumidores normais de cerveja. Através do método pôde-se mostrar que a adição de carboximetil-celulose e sacarose ao leite de soja promoveu uma redução na intensidade da adstringência.

### **3.4 Perspectivas para o método tempo-intensidade**

Ao longo dos últimos 55 anos, o método tempo-intensidade vem se consolidando como uma importante ferramenta para a análise sensorial. A disponibilidade de vários sistemas computadorizados comerciais para análise sensorial, com suporte ao método tempo-intensidade, permitiu uma melhora notável na coleta de dados, no cálculo e na interpretação dos dados de tempo-intensidade.

Os métodos de análise estatística multivariados têm se tornado populares e importantes nas pesquisas de análise sensorial. Recentemente, surgiram várias publicações com propostas de novos métodos de análise de dados multivariados e aperfeiçoamento dos métodos já estabelecidos. O método tempo-intensidade tem se beneficiado com o desenvolvimento da análise multivariada de dados. A quantidade de dados obtidos, por meio do método tempo-intensidade, é geralmente grande e, neste caso, a utilização da análise exploratória dos dados, com o uso da análise multivariada, permite revelar estruturas que podem auxiliar na interpretação dos resultados e na construção de hipóteses em pesquisas futuras.

Entre as aplicações do método tempo-intensidade, revisadas neste artigo, destacam-se: o estudo de gostos básicos para a caracterização de produtos como edulcorantes (doçura e amargor), cerveja (amargor) e bebida de café (amargor); o estudo da textura em carnes, frutas (maciez e suculência), gomas, massas (coesividade) e molhos de salada (oleosidade); o estudo da adstringência e do amargor em bebidas, como, por exemplo, o vinho e o estudo de aromas (géis saborizados).

## *Referências*

- BIRCH, G.; LATYMER, Z. Intensity/time relationships in sweetness: evidence for a queue hypothesis in taste chemoreception. *Chemical Senses*, v. 5, n. 1, p. 65–73, 1980.
- BIRCH, G.; OGUNMOYELA, G. Taste properties of cocoa drinks with an added bitter/sweet sugar: intensity/time effects. *Journal of Food Technology*, v. 15, p. 549–555, 1980.
- BRAXTON, D.; DAUCHEL, C.; BROWN, W. E. Association between chewing efficiency and mastication patterns for meat, and influence on tenderness perception. *Food Quality and Preference*, v. 7, n. 3-4, p. 217–23, 1996.
- BROWN, W. E.; GÉRAULT, S.; WALKELING, I. Diversity of perceptions of meat tenderness and juiciness by consumers: a time-intensity study. *Journal of Texture Studies*, v. 27, p. 475–492, 1996.
- BUTLER, G. et al. Time-intensity as a tool for the measurement of meat tenderness. *Food Quality and Preference*, v. 7, n. 3–4, p. 193–204, 1996.
- CALVIÑO, A. M. Perception of sweetness: The effects of concentration and temperature. *Physiology & Behavior*, v. 36, p. 1021–1028, 1986.
- CARDELLO, H.; SILVA, M.; DAMÁSIO, M. Seleção de parâmetros das curvas de tempo-intensidade de edulcorantes. *XVI Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia de Alimentos*, p. 384–387, 1998.
- CARDELLO, H. M. A. B. *Caracterização Sensorial de Aspartame, Ciclamato/Sacarina 2: e Extrato de folhas de Estévia (Stévia rebaudiana Bertoni): Equivalências em Doçura, Análise Descritiva Quantitativa e Análise Tempo-Intensidade*. Tese (Doutorado) — Universidade Estadual de Campinas, Campinas-SP, 1996.
- CARDELLO, H. M. A. B.; FARIA, J. B. Análise tempo-intensidade de características sensoriais de aguardente de cana durante o envelhecimento em tonel de carvalho (*quercus* sp). *Boletim da Sociedade Brasileira de Ciência e Tecnologia de Alimentos*, v. 33, n. 1, p. 27–34, 1999.
- CARDELLO, H. M. A. B.; SILVA, M. A. A. P. da; DAMÁSIO, M. H. Análise tempo-intensidade dos gostos doce e amargo de extrato de folhas de estévia (*stévia rebaudiana bertoni*) em doçura equivalente a sacarose. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, v. 19, n. 1, p. 8–14, 1999.
- CARDELLO, H. M. A. B. et al. Programa sistema de coleta de dados tempo-intensidade - scdti. *Boletim da Sociedade Brasileira de Ciência e Tecnologia de Alimentos*, v. 37, p. 54–60, dez 2003.

- CARDELLO, H. M. A. B.; SILVA, M. D.; DAMÁSIO, M. Measurement of the relative sweetness of stevia extract, aspartame and cyclamate/saccharin blend as compared to sucrose at different concentrations. *Plant Foods for Human Nutrition*, v. 54, n. 2, p. 119–129, 1999.
- CERQUEIRA JR, N. G.; TEIXEIRA, E.; AMBONI, R. D. de M. C. Protótipo de uma aplicação web para a coleta e tratamento de dados tempo-intensidade. Florianópolis, 10 p. Artigo não publicado. 2005.
- CHAYA, C. et al. Use of the statis method to analyze time-intensity profiling data. *Food Quality and Preference*, v. 15, p. 3–12, 2003.
- CLIFF, M.; HEYMANN, H. Development and use of time-intensity methodology for sensory evaluation: A review. *Food Research International*, v. 26, p. 375–385, 1993.
- COURREGELONGUE, S.; SCHLICH, P.; NOBLE, A. C. Using repeated ingestion to determine the efect of sweetness, viscosity and oiliness on temporal perception of soymilk astringency. *Food Quality and Preference*, v. 10, p. 273–279, 1999.
- DESOBRY-BANON, S.; VICKERS, Z. Cohesiveness of mass evaluation by time-intensity and single value measurements. *Journal of Food Science*, v. 63, n. 1, p. 174–176, 1998.
- DIJKSTERHUIS, G.; BROEK, E. van den. Matching the shape of time-intensity curves. *Journal of Sensory Studies*, v. 10, p. 149–161, 1995.
- DIJKSTERHUIS, G.; FLIPSEN, M.; PUNTER, P. Principal component analisis of ti-curves: three methods compared. *Food Quality and Preference*, v. 5, n. 1–2, p. 121–127, 1994.
- DIJKSTERHUIS, G. B. Principal component analysis of time-intensity bitterness curves. *Journal of Sensory Studies*, v. 8, n. 4, p. 317–328, 1993.
- DIJKSTERHUIS, G. B.; EILERS, P. Modelling tine-intensity curves using prototype curves. *Food Quality and Preference*, v. 8, n. 2, p. 131–140, 1997.
- DIJKSTERHUIS, G. B.; PIGGOTT, J. R. Dynamic methods of sensory analysis. *Trends in Food Science & Technology*, v. 11, p. 284–290, 2001.
- DUIZER, L.; GULLETT, E.; FINDLAY, C. The effect of masticatory patterns as measured by time-intensity and electromyography on the perception of bovine muscle tenderness. *Journal of Sensory Studies*, v. 9, p. 33–46, 1994.
- DUIZER, L. M.; BLOOM, K.; FINDLAY, C. J. The effect of line orientation on the recording of time-intensity perception of sweetener solutions. *Food Quality and Preference*, v. 6, n. 2, p. 121–126, 1995.
- DUIZER, L. M.; BLOOM, K.; FINDLAY, C. J. Dual-attribute time-intensity sensory evaluation: anew method for temporal measurement of sensory perceptions. *Food Quality and Preference*, v. 8, n. 4, p. 261–269, 1997.
- EILERS, P. H.; DIJKSTERHUIS, G. B. A parametric model for time-intensity curves. *Food Quality and Preference*, v. 15, n. 3, p. 239–245, April 2004.
- GUINARD, J.-X.; PANGBORN, R.; SHOEMAKER, C. Computerized procedure for time-intensity sensory measurements. *Journal of Food Science*, v. 50, p. 543–546, 1985.

- GUINARD, J.-X.; PANGBORN, R. M.; SHOEMAKER, C. F. Flavor release from salad dressing varying in fat and garlic flavor. *Food Quality and Preference*, v. 13, n. 3, p. 129–137, 2002.
- HARKER, F. R.; LAU, K.; GUNSON, F. A. Juiciness of fresh fruit: a time/intensity study. *Postharvest Biology and Technology*, v. 29, p. 55–60, 2003.
- HARRISON, S. K.; BERNHARD, R. A. Time-intensity sensory characteristics of saccharin, xylitol and galactose and their effect on the sweetness of lactose. *Journal of Food Science*, v. 49, p. 780–794, 1984.
- ISHIKAWA, T.; NOBLE, A. C. Temporal perception of astringency and sweetness in red wine. *Food Quality and Preference*, v. 6, n. 1, p. 27–33, 1995.
- KALLITHRAKA, S. et al. Correlations between saliva protein composition and some t-i parameters of astringency. *Food Quality and Preference*, v. 12, n. 2, p. 145–152, 2001.
- KING, B. M.; DUINEVELD, C. Changes in bitterness as beer ages naturally. *Food Quality and Preference*, v. 10, n. 4–5, p. 315–324, 1999.
- LALLEMAND, M. et al. Extracting parameters from time-intensity curves using a trapezoid model: the example of some sensory attributes of ice cream. *Journal of Sensory Studies*, v. 14, p. 387–399, 1999.
- LARSON-POWERS, M.; PANGBORN, R. Paired comparison and time-intensity measurements of the sensory properties of beverages and gelatins containing sucrose or synthetic sweeteners. *Journal of Food Science*, v. 43, p. 41–46, 1978.
- LAWLESS, H. T.; SKINNER, E. Z. The duration and perceived intensity of sucrose taste. *Physiology & Behavior*, v. 25, n. 3, p. 180–184, 1979.
- LEACH, E. J.; NOBLE, A. C. Comparison of bitterness of caffeine and quinine by a time-intensity procedure. *Chemical Senses*, v. 11, n. 3, p. 339–345, 1986.
- LEE III, W. E.; PANGBORN, R. M. Time-intensity: The temporal aspects of sensory perception. *Food Technology*, v. 40, p. 71–82, nov 1986.
- LEE III, W. E.; TAKAHASHI, K.; PRUITT, J. Temporal aspects of the oral processing of viscous solutions. *Food Technology*, v. 46, p. 106–112, November 1992.
- LINFORTH, R.; BAEK, I.; TAYLOR, A. Simultaneous instrumental and sensory analysis of volatile release from gelatine and pectin/gelatine gels. *Food Chemistry*, v. 65, p. 77–83, 1999.
- LIU, Y. H.; MACFIE, H. J. H. Methods for averaging time-intensity curves. *Chemical Senses*, v. 15, n. 4, p. 471–484, 1990.
- LYNCH, J. et al. A time-intensity study of the effect of oil mouthcoatings on taste perception. *Chemical Senses*, v. 18, n. 2, p. 121–129, 1993.
- MACFIE, H. J. H.; LIU, Y. H. Developments in the analysis of time-intensity curves. *Food Technology*, v. 46, p. 92–97, November 1992.
- MAHAWANICH, T.; SCHMIDT, S. J. Molecular mobility and the perceived sweetness of sucrose, fructose and glucose solutions. *Food Chemistry*, v. 84, p. 169–179, 2004.

- MCNULTY, P. B. Intensity-time curves for flavored oil-in-water emulsions. *Journal of Food Science*, v. 39, p. 55–57, 1974.
- MIETTINEN, S.-M.; HYVÖNEN, L.; TUORILA, H. Timing of intensity perception of a polar vs nonpolar aroma compound in the presence of added vegetable fat in milk. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, v. 57, p. 5437–5443, 2003.
- MORI, E. E. M.; YOTSUYANAGI, K.; DOHI, C. T. Utilização da técnica tempo-intensidade na caracterização de doçura da sacarose e do esteviosídeo. *Coletânea ITAL*, v. 24, n. 2, p. 137–148, 1994.
- NEILSON, A. J. Time-intensity studies. *Drug and Cosmetic Industry*, v. 80, n. 4, p. 452–3,534, 1957.
- OVEJERO-LÓPEZ, I.; BRO, R.; BREDIE, W. L. P. Univariate and multivariate modelling of flavour release in chewing gum using time-intensity: a comparison of data analytical methods. *Food Quality and Preference*, v. 16, n. 4, 2005.
- OVERBOSCH, P. A theoretical model for perceived intensity in human taste and smell as a function of time. *Chemical Senses*, v. 11, n. 3, p. 315–329, 1986.
- OVERBOSCH, P.; ENDEN, J. van den; KEUR, B. An improved method for measuring perceived intensity/time relationships in human taste and smell. *Chemical Senses*, v. 11, n. 3, p. 331–338, 1986.
- PFEIFER, J. F.; BOULTON, R. B.; NOBLE, A. C. Modeling the sweetness response using time-intensity data. *Food Quality and Preference*, v. 11, n. 1–2, p. 129–138, 2000.
- PORTMANN, M.-O.; KILCAST, D. Psychophysical characterization of new sweeteners of commercial importance for the ec food industry. *Food Chemistry*, v. 56, n. 3, p. 291–302, 1996.
- PORTMANN, M.-O.; SERGHAT, S.; MATHLOUTHI, M. Study of some factors affecting intensity/time characteristics of sweetness-. *Food Chemistry*, v. 44, p. 83–92, 1992.
- SCHMITT, D. et al. An improved method for evaluating time-intensity data. *Journal of Food Science*, v. 49, p. 539–542, 1984.
- SILVA, A. F. da et al. Avaliação do gosto amargo da bebida de café (*Coffea arabica* l.) orgânico por meio da análise tempo-intensidade. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, v. 24, n. 3, p. 468–472, 2004.
- SINESIO, F.; MONETA, E.; ESTI, M. The dynamic sensory evaluation of bitterness and pungency in virgin olive oil. *Food Quality and Preference*, 2005. In press.
- SMITH, A. K.; NOBLE, A. C. Effects of increased viscosity on the sourness and astringency of aluminum sulfate and citric acid. *Food Quality and Preference*, v. 9, n. 3, p. 139–144, 1998.
- SÖSTRÖM, L. B.; CAIRNCROSS, S. E. The descriptive analysis of flavor food acceptance testing methodology. In: PERYAM, D.; PILGRIM, F.; PETERSON, M. (Ed.). *Food Acceptance Testing Methodology. Symposium Palmer House*. Chicago: Quartermaster Food and Container Institute, 1953.

- SWARTZ, M. Sensory screening of synthetic sweeteners using time-intensity evaluations. *Journal of Food Science*, v. 45, n. 3, p. 577–581, 1980.
- TECHAKRIENGKRAI, I. et al. Relationships of sensory bitterness in lager beers to iso- $\alpha$ -acid contents. *Journal of The Institute of Brewing*, v. 110, n. 1, p. 51–56, 2004.
- VALENTOVÁ, H. et al. Time intensity studies of astringent taste. *Food Chemistry*, v. 78, p. 29–37, 2002.
- VAN BUUREN, S. Analyzing time-intensity responses in sensory evaluation. *Food Technology*, v. 46, n. 2, p. 101–104, fev 1992.
- WENDIN, K.; HALL, G. Influences of fat, thickener and emulsifier contents on salad dressing: Static and dynamic sensory and rheological analyses. *Lebensmittel-Wissenschaft und -Technologie*, v. 34, p. 222–233, 2001.
- WENDIN, K.; JANESTAD, H.; HALL, G. Modelling and analysis of dynamic sensory data. *Food Quality and Preference*, v. 14, n. 8, p. 663–671, 2003.
- WIET, S. G. et al. Fat concentration affects sweetness and sensory profiles of sucrose, sucralose, and aspartame. *Journal of Food Science*, v. 58, n. 3, p. 599–602, 1993.
- YOSHIDA, M. A microcomputer (pc 9801/ms mouse) system to record and analyse time-intensity curves of sweetness. *Chemical Senses*, v. 11, n. 1, p. 105–118, 1986.
- ZIMOCH, J.; GULLETT, E. A. Temporal aspects of perception of juiciness and tenderness of beef. *Food Quality and Preference*, v. 8, n. 3, p. 203–211, 1997.

## 4 *Capítulo 2*

### Protótipo de uma aplicação web para a coleta e tratamento de dados tempo-intensidade

#### Resumo

O método de avaliação sensorial de tempo-intensidade é reportado na literatura desde o início dos anos 50. A disponibilidade de sistemas computadorizados de coleta e tratamento de dados tem despertado interesse dos pesquisadores para a realização de estudos sensoriais dinâmicos. A maioria dos sistemas comerciais de análise sensorial incluem o método tempo-intensidade, porém, estes sistemas possuem um custo muito elevado. O protótipo TI-Web foi desenvolvido como uma solução de baixo custo para viabilizar estudos sensoriais com o método tempo-intensidade. O protótipo possibilita a programação de testes sensoriais, a coleta de dados através de uma escala de tempo-intensidade, a visualização de dados coletados e das curvas TI, a extração de alguns parâmetros das curvas TI. O protótipo TI-Web foi utilizado com sucesso na obtenção de curvas TI e parâmetros para o atributo doçura, permitindo a seleção de julgadores para estudos futuros com edulcorantes.

**Palavras-chave:** análise tempo-intensidade, análise sensorial, programa computacional.

#### Abstract

The time-intensity method of sensory analysis is reported in literature since 1950. The availability of computing systems for the collection and treatment of data has been drawing researchers attention to the possibilities of sensory dynamic studies. Most commercial sensory analysis systems include the time-intensity method, but those systems have a high cost. The TI-Web prototype was developed as a low cost solution to the realization of sensory studies with

the time-intensity method. The prototype allows the planning of sensory tests, the collection of data through a time-intensity scale, the visualization of the collected data and TI curves and the extraction of some parameters from said curves. The TI-Web prototype was successfully used to obtain TI curves for sweetness, allowing judge selection for futures studies with sweeteners.

**Keywords:** time-intensity analysis, sensory analysis, software.

## 4.1 Introdução

Desde os anos 50, o método sensorial tempo-intensidade tem sido utilizado no estudo da liberação de sabor e da evolução temporal da intensidade do gosto em alimentos. Publicações com estudos sobre a mudança natural na percepção do sabor ao longo do tempo surgiram na década de 30, mas o método tempo-intensidade só foi reconhecido como um método sensorial nos anos 50. Söström e Cairncross (1953) realizaram estudos tempo-intensidade sobre o gosto residual amargo em diferentes cervejas e Neilson (1957) utilizou a metodologia tempo-intensidade para avaliar o gosto de gomas de mascar, o amargor de cervejas e a redução do amargor em drogas.

O método de coleta de dados, inicialmente, consistia no registro da intensidade percebida em um papel diagramado com marcas de tempo, com o auxílio de um cronômetro. Mais tarde, Larson-Powers e Pangborn (1978) desenvolveram um sistema com papel de registro móvel associado a uma barra metálica com uma escala não estruturada, onde os julgadores apoiavam uma caneta para expressar a intensidade percebida. Neste momento, a análise manual das curvas tempo-intensidade ainda demandava um grande esforço.

O desenvolvimento dos microcomputadores, na segunda metade da década de 80, tornou possível a criação de sistemas de coleta de dados computadorizados. Guinard, Pangborn e Shoemaker (1985) utilizaram um *joystick* adaptado a uma escala e conectado a um microcomputador para gravar dados de intensidade de estímulos de gosto ao longo do tempo. Yoshida (1986) desenvolveu um sistema em que a coleta de dados era feita através de um *mouse*, com movimentos limitados em uma dimensão, acoplado a uma escala de magnitude. O autor utilizou alertas sonoros para indicar o início do teste e ingestão da amostra.

Na década de 90, surgiram sistemas comerciais de análise sensorial completos que incluíram o método tempo-intensidade. De forma geral, os sistemas de coleta de dados tempo-intensidade desenvolvidos nesta época possuíam um modelo de interface gráfica com características semelhantes, apresentavam na tela, um botão de início/fim de teste e uma escala de

intensidade rotulada, composta de um cursor deslizante atrelado ao movimento do *mouse* (HARKER; LAU; GUNSON, 2003; CARDELLO et al., 2003; BROWN; GÉRAULT; WALKELING, 1996).

Cardello et al. (2003), destacaram o alto custo dos sistemas comerciais como um empecilho para o desenvolvimento de pesquisas sensoriais de tempo-intensidade no Brasil. Para resolver este problema, desenvolveram um sistema de coleta de dados tempo-intensidade (SCDTI) que permitiu a realização de várias pesquisas com a utilização da metodologia tempo-intensidade (CARDELLO; SILVA; DAMÁSIO, 1999; CARDELLO; FARIA, 1999; SILVA et al., 2004).

Atualmente, os sistemas comerciais de análise sensorial incorporaram os avanços conquistados na área de informática, como a tecnologia *Web* e na área de estatística, os métodos de análise de dados multivariados. Estes avanços facilitaram ainda mais a coleta de dados tempo-intensidade e a análise e interpretação das curvas de tempo-intensidade.

A necessidade da utilização de um sistema de coleta e análise de dados tempo-intensidade com funcionalidades, tais como, operar em rede de acordo com a tecnologia *Web*, armazenar dados tempo-intensidade em uma base de dados para facilitar a sua manipulação posterior e a programação dos testes tempo-intensidade em uma etapa inicial para agilizar a realização dos testes, além das características normalmente esperadas, como uma interface amigável de coleta de dados tempo-intensidade, obtenção de parâmetros das curvas tempo-intensidade, exportação de dados e desenho de curvas tempo-intensidade, o desenvolvimento do protótipo de um sistema para coleta e tratamento de dados tempo-intensidade. O protótipo, denominado TI-Web, foi testado no treinamento e seleção de julgadores para análise do gosto doce em edulcorantes.

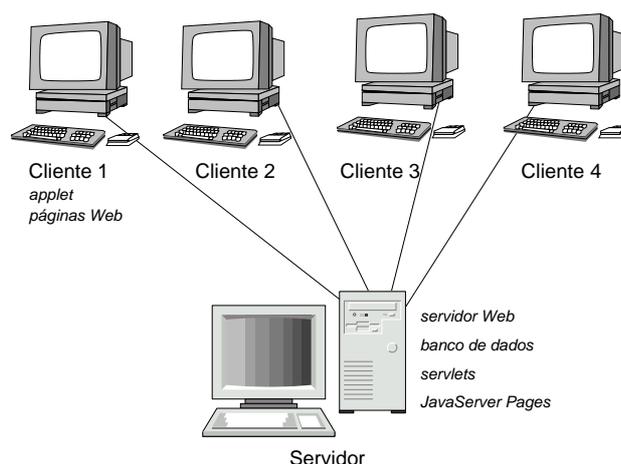
## 4.2 Material e Métodos

O protótipo TI-Web é uma aplicação *web*, baseada em uma rede *intranet*<sup>1</sup> (FIGURA 2), para a coleta e manipulação de dados tempo-intensidade. A tecnologia utilizada para o desenvolvimento do protótipo foi a plataforma *Java™ 2, Enterprise Edition (J2EE™)*<sup>2</sup>, que é um conjunto de especificações que definem tecnologias para aplicações multi-camada. O protótipo se organiza em três camadas, a primeira é a camada de dados que provê suporte para o armazenamento de dados. A segunda é a camada do servidor, que recebe e processa os dados fornecidos pelo cliente e retorna o resultado para o próprio cliente. A terceira, é a camada do navegador *web*, que provê a interface gráfica com o usuário. Esta tecnologia permite a operação do protótipo em vários sistemas operacionais como, por exemplo, o Linux<sup>3</sup>.

<sup>1</sup>Intranet é uma rede de computadores que se baseia na mesma tecnologia da internet em um ambiente restrito

<sup>2</sup>Marca registrada da Sun Microsystems.

<sup>3</sup>Marca registrada de Linus Torvalds.



**FIGURA 2.** Esquema de uma rede *intranet* com o computador servidor e os clientes.

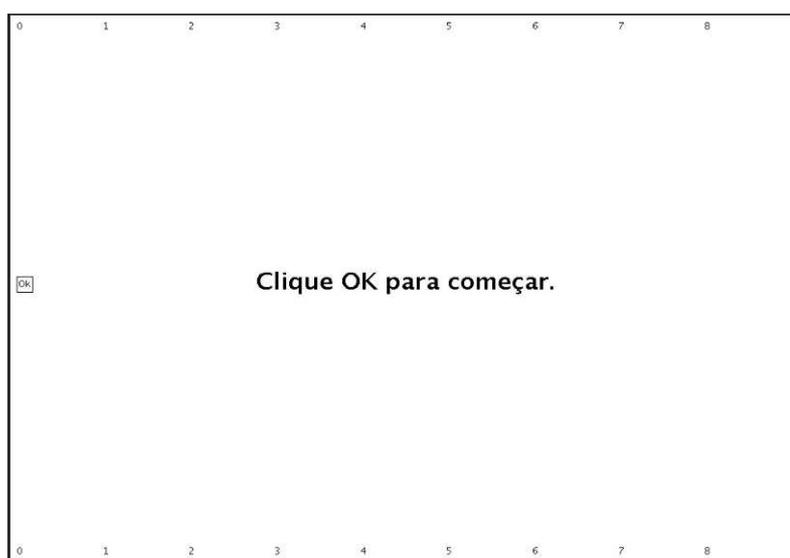
Uma das funcionalidades presentes no protótipo é o sistema de cadastro, pois através dele, o analista pode criar e administrar grupos de julgadores, cadastrar produtos para análise, definir amostras e seus tratamentos e criar listas de atributos sensoriais. O analista também pode programar diferentes seqüências de eventos que serão apresentados ao julgador durante a coleta de dados. O sistema de cadastro armazena todos os testes programados e realizados.

A programação dos testes tempo-intensidade é realizada de forma interativa e automatizada. O analista preenche campos de um formulário com o nome e a descrição do teste, assim como, a mensagem com instruções para os julgadores. Em seguida, escolhe o atributo a ser analisado, o grupo de julgadores que realizará o teste, o grupo de amostras com seus tratamentos e o número de repetições. O analista também define o tempo e a seqüência das mensagens apresentadas aos julgadores durante o teste tempo-intensidade. Feito isto, o programa automaticamente atribui a cada amostra um algarismo de três dígitos e realiza a distribuição balanceada dos códigos para os julgadores.

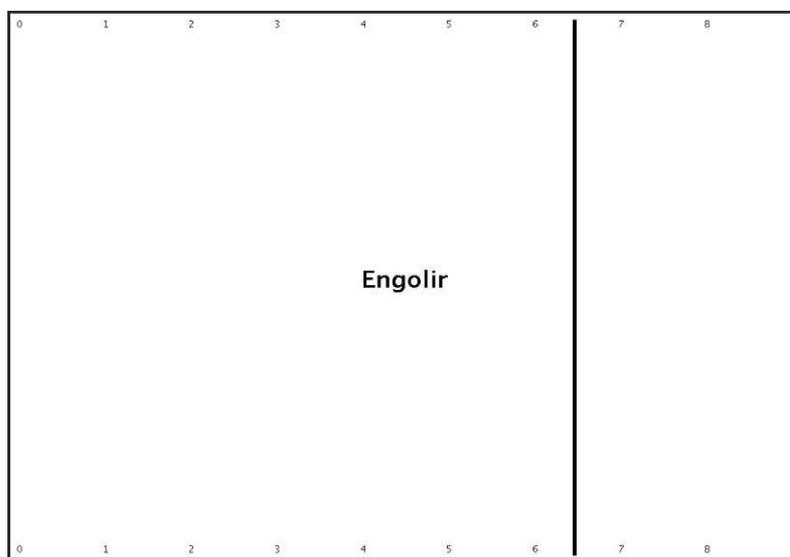
A interface de coleta de dados tempo-intensidade (**FIGURA 3**) foi concebida em forma de escala de intensidade, junto a um cursor que se move de acordo com o deslocamento do *mouse* que permite ao usuário indicar a intensidade atual do estímulo percebido. No decorrer da análise, são apresentadas mensagens (**FIGURA 4**), previamente programadas, com instruções sobre ações a serem realizadas pelo julgador, como, por exemplo, mensagens para engolir ou cuspir a amostra. Esta interface foi baseada em modelos descritos na literatura (BROWN; GÉRAULT; WALKELING, 1996; CARDELLO, 1996; PIGGOTT, 2000; HARKER; LAU; GUNSON, 2003).

O protótipo TI-Web permite a visualização de dados através de gráficos e tabelas com os parâmetros extraídos das curvas. As curvas tempo-intensidade são apresentadas com o eixo horizontal representando os valores de tempo, com escala em segundos e o eixo vertical, re-

presentando os valores de intensidade. Os parâmetros tempo-intensidade são obtidos através do modelo trapezoidal descrito por Lallemand et al. (1999). Entre os parâmetros tempo-intensidade possíveis de serem extraídos destacam-se: intensidade máxima de estímulo, tempo para atingir a intensidade máxima, área total sob a curva, área da região ascendente da curva, área da região descendente da curva, tempo de platô, tempo total de duração de estímulo.



**FIGURA 3.** Tela de coleta de dados, com a escala de intensidade e o cursor do protótipo TI-Web.



**FIGURA 4.** Tela de coleta de dados do protótipo TI-Web, durante um teste tempo-intensidade, com mensagem para o julgador.

Os gráficos das curvas TI podem ser salvos em arquivos de imagem. Os dados das curvas de tempo-intensidade e os parâmetros extraídos podem ser exportados para arquivos compatíveis com *softwares* de análise estatística.

### 4.2.1 Aplicação: seleção de julgadores

O protótipo TI-Web foi utilizado para treinar e selecionar uma equipe de julgadores para analisar o atributo doçura de amostras de sacarose, aspartame e ciclamato/sacarina 2:1 através do método tempo intensidade.

#### 4.2.1.1 Preparação das amostras

Para o estudo, foram utilizados sacarose p.a., aspartame (Nutrasweet<sup>TM</sup> Co), ciclamato e sacarina (Lowçucar). Foram preparadas amostras de soluções de sacarose a 10% (p/v) (SAC). As soluções de aspartame (ASP) e ciclamato/sacarina 2:1 (CS) foram preparadas em equivalência de doçura com a solução de sacarose a 10% por meio das equações de poder adoçante obtidas por Cardello, Silva e Damásio (1999), através do método de estimação de magnitude.

As soluções de sacarose, de aspartame e de ciclamato/sacarina 2:1 foram preparadas com água destilada e deionizada, com 3 horas de antecedência da análise sensorial (PANGBORN; GEE, 1961) e armazenadas em temperatura ambiente ( $23\pm 3^{\circ}\text{C}$ ).

#### 4.2.1.2 Recrutamento e pré-seleção dos julgadores

Quinze pessoas foram pré-selecionadas por análise seqüencial de Wald (AMERINE; PANGBORN; ROESSLER, 1965), com testes triangulares de diferença e treinadas para o método tempo-intensidade. De acordo com a metodologia adaptada utilizada por Peyvieux e Dijksterhuis (2001), o treinamento foi realizado em três etapas.

Na primeira etapa, os julgadores participaram de uma palestra para apresentação do método tempo-intensidade e do protótipo TI-Web. Na segunda etapa, os julgadores se familiarizaram com o protótipo TI-Web e treinaram a utilização da escala de intensidade com soluções de sacarose para o atributo doçura. Na terceira etapa foi realizado um treinamento com aspartame, ciclamato/sacarina 2:1 e sacarose para a padronização do método e um teste piloto para a seleção dos julgadores. O treinamento e a seleção dos julgadores ocorreram durante os meses de setembro, outubro e novembro de 2004 em laboratório de análise sensorial climatizado.

#### 4.2.1.3 Seleção final dos julgadores

A seleção final dos julgadores foi realizada por meio de um teste piloto com as amostras de adoçantes SAC, ASP e CS. Os testes foram realizados em laboratório climatizado e em cabines individuais. As amostras foram apresentadas (5ml) em copos plásticos descartáveis

com capacidade para 50 ml, numerados com algarismos de três dígitos, de forma monádica seqüencial e por sorteio, com três repetições. Todas as instruções foram dadas através do protótipo TI-Web e dez segundos após o início da coleta de dados, uma mensagem de engolir foi apresentada aos julgadores. A escala utilizada para a análise foi de nove pontos, sendo 0 referente a nenhum e 9 referente a forte.

Os resultados obtidos por julgador e para cada parâmetro da curva tempo-intensidade foram analisados por meio da análise de variância univariada (ANOVA) (Statistica 6.0)<sup>4</sup>, com fontes de variação amostra e repetição. Foram dispensados os julgadores que obtiveram probabilidade para  $F_{amostra}$  maior ou igual a 0,50 ou probabilidade para  $F_{repetição}$  menor ou igual a 0,05 em pelo menos um dos parâmetros (CARDELLO, 1996; SILVA et al., 2004).

Os parâmetros da curva de tempo-intensidade analisados foram tempo de intensidade máxima (TImax), intensidade máxima (Imax), tempo de duração da intensidade máxima (Platô), área sob a curva (Área), tempo correspondente ao ponto onde a intensidade máxima começa a declinar (Td), tempo total de duração do estímulo (Ttot).

## 4.3 Resultados e Discussão

### 4.3.1 Recrutamento e pré-seleção de julgadores

Dos quinze julgadores pré-selecionados, oito (mulheres) completaram o treinamento e os testes tempo-intensidade para a seleção. Estes julgadores, se adaptaram bem ao protótipo e não tiveram problemas com a utilização da escala de coleta de dados.

### 4.3.2 Seleção final dos julgadores

Os valores de probabilidade de  $F_{amostra}$ , que indicam o poder do julgador em discriminar as amostras, e a probabilidade de  $F_{repetição}$ , que determina a repetibilidade dos julgadores entre as amostras para cada parâmetro da curva, estão apresentados nas **TABELAS 1 e 2**, respectivamente.

Nenhum julgador apresentou probabilidade de  $F_{repetição}$  menor ou igual a 0,05 indicando que a repetibilidade dos julgadores está satisfatória para o critério de corte estabelecido.

O julgador 6 apresentou probabilidade de  $F_{amostra}$  igual a 0,97, para o parâmetro  $I_{max}$  e 0,79 para o parâmetro *Platô* indicando que o julgador não está contribuindo para a discriminação

<sup>4</sup>Marca registrada Statsoft, 2001

entre as amostras, por esta razão, o julgador 6 foi dispensado e os outros 7 julgadores foram selecionados para compor a equipe sensorial para avaliar soluções de adoçantes para o atributo gosto doce.

**TABELA 1.** Níveis de probabilidade de  $F_{amostra}$  dos julgadores para os parâmetros da curva tempo-intensidade.

JULGADOR	TIMAX <sup>1</sup>	IMAX <sup>2</sup>	ÁREA <sup>3</sup>	TD <sup>4</sup>	PLATÔ <sup>5</sup>	TTOT <sup>6</sup>
1	0,26	0,05	0,19	0,25	0,47	0,45
2	0,39	0,27	0,46	0,10	0,34	0,49
3	0,21	0,00	0,03	0,03	0,03	0,18
4	0,39	0,09	0,00	0,03	0,38	0,00
5	0,07	0,09	0,22	0,08	0,02	0,01
6	0,00	<b>0,97</b>	0,25	0,00	<b>0,79</b>	0,25
7	0,08	0,07	0,13	0,15	0,34	0,18
8	0,40	0,43	0,02	0,40	0,49	0,05

<sup>1</sup>TIMAX: tempo de intensidade máxima; <sup>2</sup>IMAX: intensidade máxima, <sup>3</sup>PLATÔ: tempo de duração da intensidade máxima, <sup>4</sup>ÁREA: área sob a curva, <sup>5</sup>TD: tempo correspondente ao ponto onde a intensidade máxima começa a declinar, <sup>6</sup>TTOT: tempo total de duração do estímulo.

**TABELA 2.** Níveis de probabilidade de  $F_{repetição}$  dos julgadores para os parâmetros da curva tempo-intensidade.

JULGADOR	TIMAX <sup>1</sup>	IMAX <sup>2</sup>	ÁREA <sup>3</sup>	TD <sup>4</sup>	PLATÔ <sup>5</sup>	TTOT <sup>6</sup>
1	0,60	0,61	0,48	0,96	0,57	0,35
2	0,51	0,29	0,34	0,65	0,11	0,53
3	0,54	0,94	0,57	0,59	0,40	0,76
4	0,64	0,48	0,69	0,76	0,48	0,80
5	0,90	0,72	0,76	0,87	0,64	0,89
6	0,64	0,96	0,84	0,40	0,96	0,34
7	0,63	0,62	0,57	0,63	0,25	0,63
8	0,72	0,14	0,74	0,40	0,23	0,75

<sup>1</sup>TIMAX: tempo de intensidade máxima; <sup>2</sup>IMAX: intensidade máxima, <sup>3</sup>PLATÔ: tempo de duração da intensidade máxima, <sup>4</sup>ÁREA: área sob a curva, <sup>5</sup>TD: tempo correspondente ao ponto onde a intensidade máxima começa a declinar, <sup>6</sup>TTOT: tempo total de duração do estímulo.

### 4.3.3 Desempenho do protótipo TI-Web

O protótipo TI-Web possui a vantagem de operar em um ambiente multiplataforma. No presente estudo, o sistema operacional linux foi utilizado no servidor, por ser um sistema mais robusto e seguro, e o sistema operacional windows<sup>5</sup> foi utilizado nos computadores clientes. A maior parte dos sistemas comerciais de análise sensorial e independentes (CARDELLO et

<sup>5</sup>Marca registrada da Microsoft.

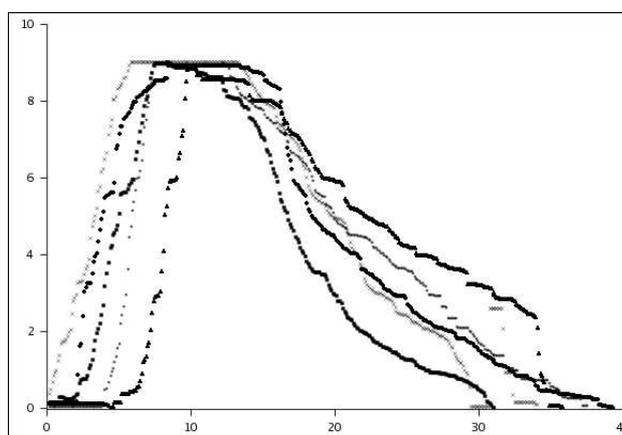
al., 2003) foram desenvolvidos somente para operar sob sistema operacional windows, que é proprietário e possui um custo de licença elevado.

Outra vantagem do protótipo TI-Web, proporcionada pela tecnologia *web*, é a necessidade de instalação do protótipo TI-Web apenas no computador servidor. Os computadores clientes, localizados nas cabines, necessitam apenas da instalação de um navegador *web* com suporte Java. Sistemas comerciais, como o *Compusense Five*<sup>6</sup>, necessitam da instalação do *software* também nos computadores clientes dificultando a tarefa de manutenção do sistema. Além disso, o protótipo TI-Web, permite utilizar um grande número de máquinas clientes ao mesmo tempo.

A funcionalidade da programação prévia de um conjunto de testes tempo-intensidade, permitiu ao profissional de análise sensorial se ater mais a orientação do julgador e a análise dos dados, uma vantagem em relação a outros sistemas independentes, como o SCDTI (CARDELLO et al., 2003), que necessita ser reprogramado a cada novo teste. Outra vantagem, em relação a outros sistemas, é a programação personalizada dos eventos apresentados aos julgadores ao longo da coleta de dados tempo-intensidade.

Os julgadores não apresentaram dificuldades com a operação da interface, via navegador *web*, visto que ela não difere da navegação de um *site* via internet. A escala de tempo-intensidade permitiu ao julgador expressar a sua percepção da intensidade do gosto doce ao longo do tempo.

A parte de visualização dos dados tempo-intensidade, fornecida pelo TI-Web, permitiu ao profissional de análise sensorial o acesso interativo das curvas de tempo-intensidade e dos parâmetros extraídos delas e observar a evolução da equipe sensorial.



**FIGURA 5.** Curvas tempo-intensidade para o gosto doce obtidas durante o treinamento de um julgador para amostras de ciclamato/sacarina 2:1.

Como no sistemas SCDTI (CARDELLO et al., 2003), o protótipo TI-Web, permitiu que os

<sup>6</sup>Marca registrada Compusense Inc.

valores de tempo e intensidade e os parâmetros extraídos das curvas tempo-intensidade fossem exportados para arquivos em modo texto, que pudessem ser importados por uma planilha eletrônica para a construção gráficos personalizados (**FIGURA 5**). Os dados também foram importados por um *software* de análise estatística para a realização da análise de variância.

## 4.4 Conclusão

O protótipo TI-Web desempenhou com sucesso os requisitos para qual foi desenvolvido, ele viabilizou a utilização do método tempo-intensidade em pesquisas sensoriais e a informatização da cabines de laboratórios de análise sensorial a uma baixo custo.

Além disso, o protótipo TI-Web apresentou vantagens em relação aos sistemas independentes, tais como, operar em ambiente multiplataforma, podendo ser instalado em sistemas operacionais de baixo custo, como o linux. Por ser baseado em tecnologia *web*, opera em rede e utiliza como interface gráfica um navegador *web*. Outra vantagem é a necessidade de ser instalado apenas no computador servidor, os computadores clientes necessitam apenas de um navegador *web* para acessar o protótipo. A funcionalidade que permite a programação prévia de uma seqüência de testes e a programação dos eventos apresentados aos julgadores durante a coleta de dados também constituem uma importante vantagem.

A utilização do protótipo TI-Web foi bem sucedida no treinamento e seleção de julgadores para testes com edulcorantes. Sugere-se novos testes sensoriais com a utilização do protótipo TI-Web para comprovar sua eficácia na avaliação de outros produtos e atributos sensoriais.

## *Referências*

- AMERINE, M. A.; PANGBORN, R. M.; ROESSLER, E. B. Principles of sensory evaluation of food. In: \_\_\_\_\_. 4. ed. New York: Academic Press, Inc, 1965. cap. 10, p. 445–449.
- BROWN, W. E.; GÉRAULT, S.; WALKELING, I. Diversity of perceptions of meat tenderness and juiciness by consumers: a time-intensity study. *Journal of Texture Studies*, v. 27, p. 475–492, 1996.
- CARDELLO, H. M. A. B. *Caracterização Sensorial de Aspartame, Ciclamato/Sacarina 2: e Extrato de folhas de Estévia (Stévia rebaudiana Bertoni): Equivalências em Doçura, Análise Descritiva Quantitativa e Análise Tempo-Intensidade*. Tese (Doutorado) — Universidade Estadual de Campinas, Campinas-SP, 1996.
- CARDELLO, H. M. A. B.; FARIA, J. B. Análise tempo-intensidade de características sensoriais de aguardente de cana durante o envelhecimento em tonel de carvalho (*quercus* sp). *Boletim da Sociedade Brasileira de Ciência e Tecnologia de Alimentos*, v. 33, n. 1, p. 27–34, 1999.
- CARDELLO, H. M. A. B. et al. Programa sistema de coleta de dados tempo-intensidade - scdti. *Boletim da Sociedade Brasileira de Ciência e Tecnologia de Alimentos*, v. 37, p. 54–60, dez 2003.
- CARDELLO, H. M. A. B.; SILVA, M. D.; DAMÁSIO, M. Measurement of the relative sweetness of stevia extract, aspartame and cyclamate/saccharin blend as compared to sucrose at different concentrations. *Plant Foods for Human Nutrition*, v. 54, n. 2, p. 119–129, 1999.
- GUINARD, J.-X.; PANGBORN, R.; SHOEMAKER, C. Computerized procedure for time-intensity sensory measurements. *Journal of Food Science*, v. 50, p. 543–546, 1985.
- HARKER, F. R.; LAU, K.; GUNSON, F. A. Juiciness of fresh fruit: a time/intensity study. *Postharvest Biology and Technology*, v. 29, p. 55–60, 2003.
- LALLEMAND, M. et al. Extracting parameters from time-intensity curves using a trapezoid model: the example of some sensory attributes of ice cream. *Journal of Sensory Studies*, v. 14, p. 387–399, 1999.
- LARSON-POWERS, M.; PANGBORN, R. Paired comparison and time-intensity measurements of the sensory properties of beverages and gelatins containing sucrose or synthetic sweeteners. *Journal of Food Science*, v. 43, p. 41–46, 1978.
- NEILSON, A. J. Time-intensity studies. *Drug and Cosmetic Industry*, v. 80, n. 4, p. 452–3,534, 1957.
- PANGBORN, R. M.; GEE, S. C. Relative sweetness of  $\alpha$ - and  $\beta$ -forms of selected sugars. *Nature*, v. 191, p. 810, 1961.

PEYVIEUX, C.; DIJKSTERHUIS, G. Training a sensory panel for ti: a case study. *Food Quality and Preference*, v. 12, n. 1, p. 19–28, 2001.

PIGGOTT, J. Dynamism in flavour science and sensory methodology. *Food Research International*, v. 33, p. 191–197, 2000.

SILVA, A. F. da et al. Avaliação do gosto amargo da bebida de café (*Coffea arabica* L.) orgânico por meio da análise tempo-intensidade. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, v. 24, n. 3, p. 468–472, 2004.

SÖSTRÖM, L. B.; CAIRNCROSS, S. E. The descriptive analysis of flavor food acceptance testing methodology. In: PERYAM, D.; PILGRIM, F.; PETERSON, M. (Ed.). *Food Acceptance Testing Methodology. Symposium Palmer House*. Chicago: Quartermaster Food and Container Institute, 1953.

YOSHIDA, M. A microcomputer (pc 9801/ms mouse) system to record and analyse time-intensity curves of sweetness. *Chemical Senses*, v. 11, n. 1, p. 105–118, 1986.

## 5 *Capítulo 3*

# Avaliação do gosto doce de soluções de adoçantes naturais e artificiais através do método tempo-intensidade

### Resumo

Para avaliar características dinâmicas do gosto doce em soluções de sacarose a 10% (SAC), aspartame (ASP) e a mistura ciclamato/sacarina 2:1 (CS) em equivalência de doçura, foi utilizada a metodologia de tempo-intensidade através do protótipo computadorizado de coleta e tratamento de dados tempo-intensidade TI-Web. Os resultados tempo-intensidade revelaram um cenário mais compreensivo das características de doçura das amostras estudadas. O estudo concluiu que a amostra SAC apresentou uma persistência significativamente maior na intensidade do gosto doce do que a amostra CS e que o protótipo TI-Web realizou de modo satisfatório a coleta de dados e a extração dos parâmetros de tempo-intensidade.

**Palavras-chave:** análise tempo-intensidade, análise sensorial, doçura.

### Abstract

The time-intensity methodology was used to evaluate the dynamic characteristics of sweet taste in 10% sucrose solutions (SAC), aspartame (ASP) and a 2:1 mixture of cyclamate/saccharine (CS) in sweetness equivalence, with the computerized time-intensity TI-Web prototype which performed the collection and treatment of data. Time-intensity results revealed a more comprehensive scenery of the sweetness characteristics of the analyzed samples. The study concluded that SAC samples presented a significantly greater persistency in sweet intensity than CS

samples and that the TI-Web prototype performed in a satisfactory way the data collection and time-intensity parameters extraction.

**Keywords:** time-intensity analysis, sensory analysis, sweetness.

## 5.1 Introdução

O estímulo às dietas saudáveis tem levado a uma contínua expansão do mercado de adoçantes como uma alternativa à utilização da sacarose. Os edulcorantes sacarina, ciclamato e aspartame, permitidos no Brasil, são largamente utilizados em alimentos *light* e *diet*.

O aspartame (N-L- $\alpha$ -aspartil-L-fenilalanina-1-metil éster) é um edulcorante com o mesmo valor calórico que a sacarose (4 kcal/g), porém, em média, 180 vezes mais doce (BUTCHKO et al., 2002). A sacarina (imida do ácido benzóico), um edulcorante não calórico e não metabolizado pelo organismo humano, é, em média, 300 vezes mais doce do que a sacarose e possui gosto residual amargo. O edulcorante ciclamato, utilizado na forma de sal de sódio ou cálcio, é cerca de 30 vezes mais doce que a sacarose e, quando associado à sacarina, possui a propriedade de reduzir o gosto residual amargo da mistura (CARDELLO, 1996).

O edulcorante ideal, seria aquele que proporcionasse a mesma qualidade de gosto da sacarose. Isto implica que o adoçante alternativo deveria ter um gosto doce “limpo”, chegando rapidamente à intensidade máxima de docura com um mínimo de gosto residual (PORTMANN; KILCAST, 1996). Os estudos sobre os vários fatores que produzem esta resposta idealizada estão elucidando o processo através do qual as células gustativas registram a sensação do gosto doce e de como o cérebro interpreta estes sinais (SMITH; MARGOLSKEE, 2001). A sensação do gosto doce é o resultado de uma série de fenômenos biológicos, eletrofisiológicos e químicos, induzidos pela adsorção das moléculas nos sítios receptores das células gustativas (PORTMANN; SERGHAT; MATHLOUTHI, 1992).

Estes fenômenos não são estáticos, eles variam com o tempo. Por esta razão, os métodos clássicos de análise sensorial, baseados em escalas, não são capazes de medir de forma adequada a evolução dinâmica do gosto doce. O método tempo-intensidade incorpora a dimensão de tempo aos métodos de escala, permitindo que o julgador expresse a intensidade percebida ao longo do tempo (LEE III; PANGBORN, 1986; DIJKSTERHUIS; PIGGOTT, 2001).

Vários pesquisadores têm utilizado o método tempo-intensidade (TI) para quantificar as medidas das respostas sensoriais provocadas pelos adoçantes (CLIFF; HEYMANN, 1993). Os

dados das curvas de tempo-intensidade podem fornecer informações sobre a intensidade, as características temporais e a qualidade de gosto doce (CARDELLO, 1996).

Um dos objetivos deste estudo foi comparar amostras dos adoçantes sacarose, aspartame e a mistura ciclamato/sacarina 2:1, em concentração equivalente à solução de sacarose a 10%, quanto ao atributo de doçura, através do método tempo-intensidade. Outro objetivo foi a validação de um protótipo para coleta e tratamento de dados tempo-intensidade, denominado TI-Web (CERQUEIRA JR; TEIXEIRA; AMBONI, 2005).

## 5.2 Material e Métodos

### 5.2.1 Preparação das amostras

Para o estudo, foram utilizados sacarose p.a., aspartame (Nutrasweet<sup>TM</sup> Co), ciclamato e sacarina (Lowçucar). Foram preparadas amostras de soluções de sacarose a 10% (p/v) (SAC). As soluções de aspartame (ASP) e ciclamato/sacarina 2:1 (CS) foram preparadas em equivalência de doçura com a solução de sacarose a 10% por meio das equações de poder adoçante obtidas por Cardello, Silva e Damásio (1999), através do método de estimação de magnitude.

As soluções de sacarose, de aspartame e de ciclamato/sacarina 2:1 foram preparadas com água destilada e deionizada, com 3 horas de antecedência da análise sensorial (PANGBORN; GEE, 1961) e armazenadas em temperatura ambiente ( $23 \pm 3^\circ\text{C}$ ).

### 5.2.2 Sistemas de coleta de dados tempo-intensidade

Para a análise tempo-intensidade foi utilizado o protótipo TI-Web, aplicação *web*, baseada em uma rede *intranet*<sup>1</sup>, para a coleta e manipulação de dados tempo-intensidade. O TI-Web pode operar em diversos sistemas operacionais, como o linux<sup>2</sup> e provê uma interface de coleta de dados tempo-intensidade via navegador *web* (ex.: mozilla<sup>3</sup>). O julgador indica, através de um *mouse*, a intensidade atual do estímulo percebido. No decorrer da análise são apresentadas mensagens de novas etapas, com informações ao julgador sobre as ações a serem realizadas.

O tempo estipulado para a realização da análise tempo-intensidade foi de noventa segundos, determinado por uma média de tempo dos julgadores. A amostra ASP foi utilizada para esse fim, onde julgadores avaliaram, em três repetições, o tempo de início do estímulo doce na boca

<sup>1</sup>Intranet é uma rede de computadores que se baseia na mesma tecnologia da internet em um ambiente restrito

<sup>2</sup>Marca registrada de Linus Torvalds

<sup>3</sup>Navegador *web* de código aberto.

e o desaparecimento total do mesmo.

### **5.2.3 Equipe sensorial**

Foram utilizados sete julgadores previamente selecionados e treinados para o teste tempo-intensidade com edulcorantes (CERQUEIRA JR; TEIXEIRA; AMBONI, 2005).

### **5.2.4 Avaliação das amostras e parâmetros das curvas TI**

Os testes foram realizados em laboratório climatizado e em cabines individuais. As amostras foram apresentadas aos julgadores (5ml) em copos plásticos descartáveis com capacidade para 50ml, numerados com algarismos de três dígitos, de forma monádica e por sorteio, com três repetições. Todas as instruções foram dadas pelo do protótipo TI-Web. A escala utilizada para a análise foi de nove pontos, sendo 0 referente a nenhum e 9 referente a forte. A duração do teste foi de 90 segundos, sendo que, dez segundos após seu início, uma mensagem de engolir era apresentada ao julgador.

Os parâmetros da curva de tempo-intensidade analisados foram valor de intensidade máxima ( $I_{max}$ ), tempo para atingir a intensidade máxima ( $TI_{max}$ ), tempo correspondente ao ponto onde a intensidade máxima começa a declinar ( $T_d$ ), tempo total de duração do estímulo ( $T_{tot}$ ), área total sob a curva ( $\text{Área}$ ) e tempo de duração da intensidade máxima ( $Platô$ ).

### **5.2.5 Análise estatística**

Foi realizada uma análise de variância univariada (ANOVA) para os dados obtidos dos parâmetros de tempo-intensidade citados anteriormente, utilizando-se amostra e julgador como fontes de variação e interação para cada parâmetro. O teste de comparação de médias (Tukey) para as amostras de adoçantes foi realizado. As médias dos parâmetros tempo-intensidade foram submetidas a análise de componentes principais (ACP). As análises foram realizadas utilizando-se o programa *Statística 6.0* (2001)<sup>4</sup>.

---

<sup>4</sup>Marca registrada Statsoft

## 5.3 Resultados e discussão

### 5.3.1 Avaliação das amostras

Em concordância com muitos estudos sensoriais com o método tempo-intensidade (SCHMITT et al., 1984; LYNCH et al., 1993; GUINARD; PANGBORN; SHOEMAKER, 1985; PORTMANN; KILCAST, 1996), os julgadores apresentaram diferenças significativas e reprodutíveis entre os parâmetros de tempo-intensidade devido às diferenças na anatomia, na manipulação oral e de escala (SWARTZ, 1980).

A representação gráfica dos resultados obtidos da análise de componentes principais (ACP) em relação ao gosto doce das amostras de adoçantes SAC, ASP, CS está apresentada nas **FIGURAS 6 e 7**.

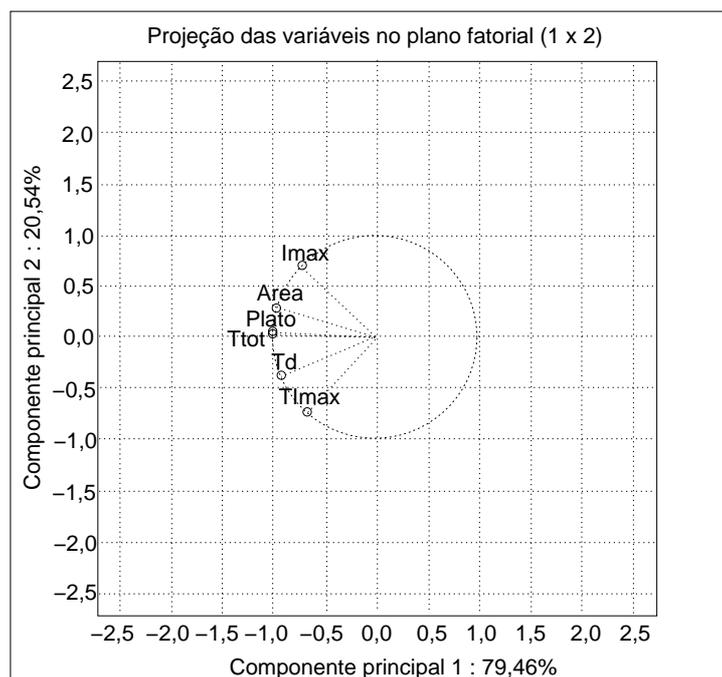
Os componentes principais 1 e 2 explicaram juntos, 100% da variação ocorrida entre as amostras. O primeiro componente principal explica 79,46% desta variação total, sendo que os parâmetros Área, TImax, Platô, Ttot Imax e Td (negativamente), contribuíram de forma praticamente equitativa para a variabilidade associada a esse eixo.

O segundo componente principal explicou 20,54% da variação total entre as amostras e está associado aos parâmetros, sendo que os parâmetros Área e Imax contribuíram positivamente de forma mais expressiva e os parâmetros Td e TImax negativamente para a variabilidade associada a este eixo.

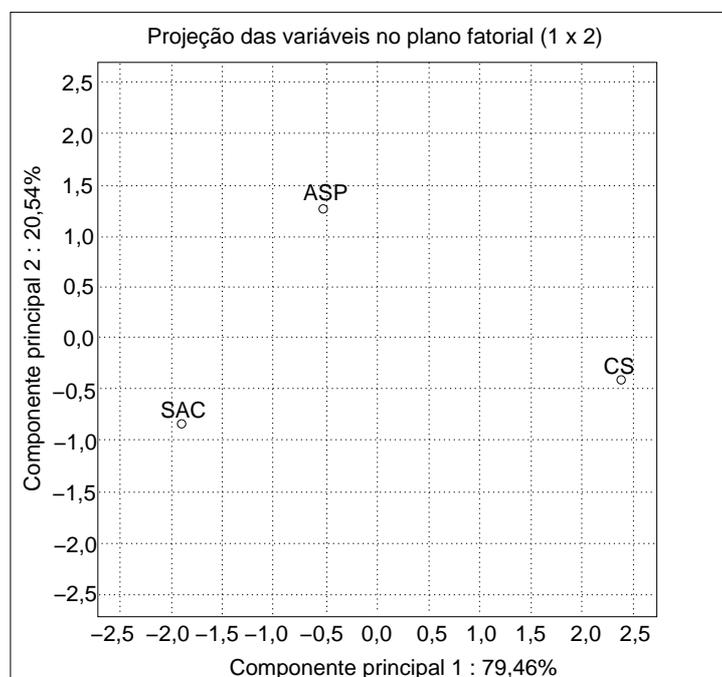
As amostras ficaram bem distintas umas das outras, marcadas pelas localizações bem definidas de cada uma no gráfico (**FIGURAS 6 e 7**), sendo que as amostras SAC e ASP ficaram mais próximas entre si em relação ao primeiro componente principal. Já as amostras SAC e CS ficaram próximas com relação ao segundo componente principal e foram caracterizadas pelos parâmetros TImax e Td. A amostra ASP foi caracterizada pelo parâmetro Imax. Cardello (1996), em seu estudo, também encontrou uma forte relação entre a amostra SAC e o parâmetro TImax.

A análise de variância (ANOVA) mostrou que as amostras diferiram significativamente ( $p < 0,05$ ) para o parâmetro Td (tempo correspondente ao ponto onde a intensidade máxima começa a declinar). As amostras não diferiram significativamente para os demais parâmetros. Pode-se observar que para a amostra SAC, a intensidade máxima de doçura percebida persiste por mais tempo ( $p < 0,05$ ) do que para a amostra CS (**TABELA 3**).

A amostra ASP apresentou um valor médio de TImax igual a 13,95 s. Os dados de TImax encontrados na literatura, para amostras semelhantes as utilizadas no teste, variam bastante.



**FIGURA 6.** Análise de Componentes Principais dos parâmetros da curva tempo-intensidade para as amostras de adoçantes (scores). TImax: tempo de intensidade máxima, Imax: intensidade máxima, Platô: tempo de duração da intensidade máxima, Área: área sob a curva, Td: tempo correspondente ao ponto onde a intensidade máxima começa a declinar, Ttot: tempo total de duração do estímulo.



**FIGURA 7.** Análise de Componentes Principais dos parâmetros da curva tempo-intensidade para as amostras de adoçantes (loadings). SAC: solução de sacarose 10%, ASP: solução de aspartame em equivalência de doçura com a amostra SAC e CS: mistura ciclamato/sacarina 2:1 em equivalência de doçura com a amostra SAC.

Portmann e Kilcast (1996) encontraram o valor médio de T<sub>Imax</sub> de 32,0 s para uma amostra de aspartame equivalente a ASP em doçura, enquanto Cardello (1996) encontrou o valor médio igual a 3,71 s para o mesmo parâmetro.

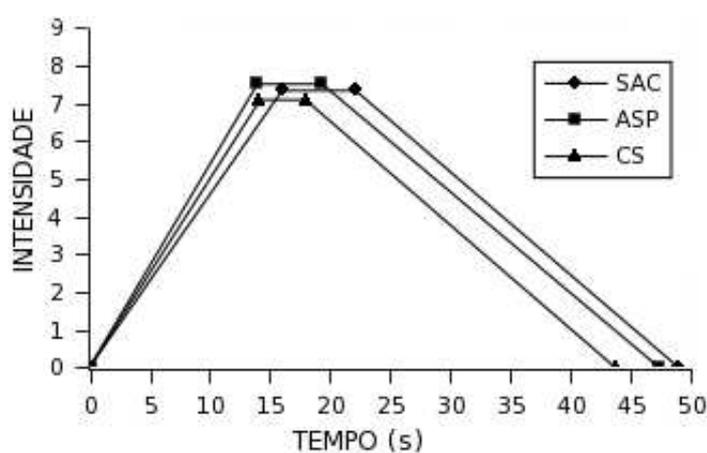
O valor médio do parâmetro T<sub>tot</sub> para a amostra SAC, obtido no presente estudo, está de acordo com os dados encontrados na literatura (SWARTZ, 1980; PFEIFER; BOULTON; NOBLE, 2000). A amostra CS, apresentou um valor médio para o parâmetro T<sub>d</sub> concordante com os dados apresentados por Cardello (1996).

**TABELA 3.** Média dos parâmetros da curva tempo-intensidade para as amostras de adoçante

PARÂMETROS	SAC	ASP	CS
T <sub>Imax</sub> (s)	16,00 <sup>a</sup>	13,95 <sup>a</sup>	14,19 <sup>a</sup>
I <sub>max</sub>	7,34 <sup>a</sup>	7,51 <sup>a</sup>	7,09 <sup>a</sup>
Area	147,22 <sup>a</sup>	144,83 <sup>a</sup>	99,78 <sup>a</sup>
T <sub>d</sub> (s)	22,10 <sup>a</sup>	19,33 <sup>ab</sup>	17,95 <sup>b</sup>
Plato (s)	8,15 <sup>a</sup>	7,66 <sup>a</sup>	6,33 <sup>a</sup>
T <sub>tot</sub> (s)	48,93 <sup>a</sup>	47,32 <sup>a</sup>	43,67 <sup>a</sup>

Médias seguidas pela mesma letra na linha não diferem significativamente entre si pelo teste de diferenças de médias (Tukey) ao nível de 5% de probabilidade. T<sub>Imax</sub>: tempo de intensidade máxima, I<sub>max</sub>: intensidade máxima, Platô: tempo de duração da intensidade máxima, Área: área sob a curva, T<sub>d</sub>: tempo correspondente ao ponto onde a intensidade máxima começa a declinar, T<sub>tot</sub>: tempo total de duração do estímulo.

As curvas tempo-intensidade características do gosto doce para as 3 amostras de adoçantes percebidas pelos sete julgadores estão apresentadas na **FIGURA 8**. A persistência do gosto doce foi menor para a amostra CS em relação à SAC.



**FIGURA 8.** Curvas tempo-intensidade características do gosto doce para as três amostras analisadas.

## 5.4 Conclusão

A intensidade máxima de doçura percebida para a amostra SAC teve uma persistência significativamente maior do que para a amostra CS. Das amostras analisadas, ASP apresentou características de doçura mais próximas às da SAC.

O protótipo TI-Web mostrou-se muito eficiente na discriminação de características temporais dos adoçantes, para o estímulo doce. O programa demonstrou ser de fácil operação e entendimento, tanto para os julgadores, quanto para os analistas e de perfeita praticidade e repetibilidade.

## *Referências*

- BUTCHKO, H. H. et al. Aspartame: Review of safety. *Regulatory Toxicology and Pharmacology*, v. 35, p. S1–S93, 2002. Disponível em: <<http://www.idealibrary.com>>. Acesso em: 6 jun. 2004.
- CARDELLO, H. M. A. B. *Caracterização Sensorial de Aspartame, Ciclamato/Sacarina 2: e Extrato de folhas de Estévia (Stévia rebaudiana Bertoni): Equivalências em Doçura, Análise Descritiva Quantitativa e Análise Tempo-Intensidade*. Tese (Doutorado) — Universidade Estadual de Campinas, Campinas-SP, 1996.
- CARDELLO, H. M. A. B.; SILVA, M. D.; DAMÁSIO, M. Measurement of the relative sweetness of stevia extract, aspartame and cyclamate/saccharin blend as compared to sucrose at different concentrations. *Plant Foods for Human Nutrition*, v. 54, n. 2, p. 119–129, 1999.
- CERQUEIRA JR, N. G.; TEIXEIRA, E.; AMBONI, R. D. de M. C. Protótipo de uma aplicação web para a coleta e tratamento de dados tempo-intensidade. Florianópolis, 10 p. Artigo não publicado. 2005.
- CLIFF, M.; HEYMANN, H. Development and use of time-intensity methodology for sensory evaluation: A review. *Food Research International*, v. 26, p. 375–385, 1993.
- DIJKSTERHUIS, G. B.; PIGGOTT, J. R. Dynamic methods of sensory analysis. *Trends in Food Science & Technology*, v. 11, p. 284–290, 2001.
- GUINARD, J.-X.; PANGBORN, R.; SHOEMAKER, C. Computerized procedure for time-intensity sensory measurements. *Journal of Food Science*, v. 50, p. 543–546, 1985.
- LEE III, W. E.; PANGBORN, R. M. Time-intensity: The temporal aspects of sensory perception. *Food Technology*, v. 40, p. 71–82, nov 1986.
- LYNCH, J. et al. A time-intensity study of the effect of oil mouthcoatings on taste perception. *Chemical Senses*, v. 18, n. 2, p. 121–129, 1993.
- PANGBORN, R. M.; GEE, S. C. Relative sweetness of  $\alpha$ - and  $\beta$ -forms of selected sugars. *Nature*, v. 191, p. 810, 1961.
- PFEIFER, J. F.; BOULTON, R. B.; NOBLE, A. C. Modeling the sweetness response using time-intensity data. *Food Quality and Preference*, v. 11, n. 1–2, p. 129–138, 2000.
- PORTMANN, M.-O.; KILCAST, D. Psychophysical characterization of new sweeteners of commercial importance for the ec food industry. *Food Chemistry*, v. 56, n. 3, p. 291–302, 1996.
- PORTMANN, M.-O.; SERGHAT, S.; MATHLOUTHI, M. Study of some factors affecting intensity/time characteristics of sweetness-. *Food Chemistry*, v. 44, p. 83–92, 1992.

SCHMITT, D. et al. An improved method for evaluating time-intensity data. *Journal of Food Science*, v. 49, p. 539–542, 1984.

SMITH, D. V.; MARGOLSKEE, R. F. Making sense of taste. *Scientific American*, n. March, p. 32–39, March 2001.

SWARTZ, M. Sensory screening of synthetic sweeteners using time-intensity evaluations. *Journal of Food Science*, v. 45, n. 3, p. 577–581, 1980.

## 6 *Conclusões*

O protótipo TI-Web desempenhou com sucesso os requisitos para qual foi desenvolvido, ele viabilizou a utilização do método tempo-intensidade em pesquisas sensoriais e a informatização da cabines do Laboratório de Análise Sensorial do Departamento de Ciência e Tecnologia de Alimentos - CCA/UFSC, a uma baixo custo.

Sua utilização foi bem sucedida no treinamento e seleção de julgadores para testes com edulcorantes. Com relação a análise tempo-intensidade, a intensidade máxima de doçura percebida para a amostra SAC teve uma persistência significativamente maior do que para a amostra CS. Das amostras analisadas, ASP apresentou características de doçura mais próximas às da SAC.

O protótipo TI-Web mostrou-se muito eficiente na discriminação de características temporais dos adoçantes, para o estímulo doce. O programa demonstrou ser de fácil operação e entendimento, tanto para os julgadores, quanto para os analistas e de perfeita praticidade e repetibilidade.

Além disso, o protótipo TI-Web apresentou vantagens em relação aos sistemas independentes, tais como, operar em ambiente multiplataforma, podendo ser instalado em sistemas operacionais de baixo custo, como o linux. Por ser baseado em tecnologia *web*, opera em rede e utiliza como interface gráfica um navegador *web*. Outra vantagem é a necessidade de ser instalado apenas no computador servidor, os computadores clientes necessitam apenas de um navegador *web* para acessar o protótipo. A funcionalidade que permite a programação prévia de uma seqüência de testes e a programação dos eventos apresentados aos julgadores durante a coleta de dados também constituem uma importante vantagem.

Sugere-se novos testes sensoriais com a utilização do protótipo TI-Web para comprovar sua eficácia na avaliação de outros produtos e atributos sensoriais.