

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
“JÚLIO DE MESQUITA FILHO”**

**FACULDADE DE CIÊNCIAS FARMACÊUTICAS
Câmpus Araraquara**

The logo of the Faculdade de Ciências Farmacêuticas de Araraquara is a circular emblem. At the top, a yellow sun with rays is set against a light blue background. Below the sun is a yellow mortar and pestle. The entire emblem is framed by a grey archway. The text "CIÊNCIAS FARMACÊUTICAS DE" is written along the top curve of the arch, and "ARARAQUARA" is written along the right side. The word "FACULDADE DE" is written vertically on the left side. At the bottom of the arch, the Latin motto "SOLIS DOMI SALUS" is inscribed.

**“Determinação do Perfil Sensorial de
Marcas Comerciais de Cachaça”**

MELINA MAÇATELLI

**Dissertação referente ao Projeto de Mestrado em Alimentos e Nutrição
Área de Ciência dos Alimentos**

ARARAQUARA - SP

2006

Melina Maçatelli

Determinação do Perfil Sensorial de Amostras Comerciais de Cachaça

Dissertação apresentada ao
Programa de Pós Graduação em
Alimentos e Nutrição da Faculdade
de Ciências Farmacêuticas, da
Universidade Estadual Paulista
“Júlio de Mesquita Filho”, para
obtenção de grau de mestre em
Ciências dos Alimentos.

Orientador: Profº Drº João Bosco Faria

Araraquara – SP

2006

COMISSÃO EXAMINADORA

Prof. Dr. João Bosco Faria

(Orientador)

Prof^a. . Dr^a. Natália Soares Janzantti

(Membro - Titular)

Prof^a. Dr^a. Gisele Letícia Alves

(Membro - Titular)

Araraquara, 2006.

A vida...

Muito mais que experiências para serem sobrevividos,

Eternos momentos para serem apreciados...

Melina

DEDICATÓRIA

Dedico a minha dissertação, com todo carinho...

Aos meus pais Eunice Maria Marques Maçatelli e José Carlos Maçatelli

Por me proverem a vida, o estudo, a segurança, o incentivo, a esperança, o suporte e o infinito amor;

Por me ensinarem o valor da responsabilidade, da persistência, da simplicidade, da confiança, da humildade, dos sonhos, da saúde, do riso, da união.

** A minha família e amigos*

Que contribuíram para que eu, ao longo de todos estes anos, pudesse alcançar o amadurecimento necessário para a realização do mestrado.

Que sempre me apoiaram e acreditaram na minha capacidade profissional.

** A todos*

Por terem o desprendimento necessário para entender a necessidade de dedicação e isolamento nas minhas horas de trabalho.

** A Deus*

Pelos desafios, erros e conquistas, todos indubitavelmente importantes para o crescimento meu e dos que me rodeiam.

Pela felicidade de começar a conseguir ver a beleza existente a cada ato e fato da vida.

AGRADECIMENTOS

- ◆ Primeiramente, agradeço a Deus e aos meus pais sobre todas as coisas.
- ◆ Ao Prof. Dr. João Bosco Faria, pela oferta deste projeto de pesquisa, pela orientação, suporte e confiança incondicionais, pela dedicação e amizade.
- ◆ À Profa Dr^a Maria Aparecida Azevedo Pereira da Silva, pela oportunidade da realização do seu curso de Análise Sensorial na FEA-UNICAMP e pela imprescindível orientação quanto ao direcionamento inicial do projeto.
- ◆ As Prof^{as} Dr^{as} Natália Soares Janzantti e Gisele Letícia Alves, pelas sugestões e ensinamentos que enriqueceram este trabalho e pela amizade e compreensão demonstradas.
- ◆ À Michelle de Caiado Castro Borragini, pela amizade, dedicação, e ajuda na coleta dos dados da análise sensorial.
- ◆ Aos provadores, pela dedicada colaboração, sem o qual esse trabalho não seria realizado, pela imensa amizade e pelos agradáveis momentos, compartilhados a cada sessão de treinamento e avaliação sensorial.
- ◆ Aos profissionais que trabalhavam na biblioteca (a citar Irani, Moacir, Laura, Ana, Queila, Maximiliano, Natalina), na SAEPE (Gilberto, Renato, Chico e Geni), na seção de transportes, na sessão de graduação (Helenisa, Marisa e Paulo), na diretoria (Cristina, Ângela, Raul (vice diretor) e Luiz Fonseca (diretor)), na secretaria (Anunciata) e na seção de pós-graduação do Departamento de Alimentos e Nutrição-DAN (Sônia, Claudia, Laura e Maria do Carmo) no decorrer do projeto, pela atenção, ajuda, compreensão e amizade sempre demonstrados.

- ◆ Aos técnicos e funcionários da Faculdade de Ciências Farmacêuticas-FCF (a citar Tiana, Olívia, Euclides e Sr. José-portaria; Rai-limpeza) e em especial aos do DAN (a citar Mara, Roseli, Adriana, Albertina e Lica) pela agradável atmosfera de amizade provida durante todo o desenvolvimento da pesquisa.
- ◆ Aos professores da FCF pela formação profissional provida e, em destaque aos professores do DAN (a citar Elizeu, Valdir, Paschoal, Célia, Leonardo, Bonilha *em memória*, Maria da Penha), pela compreensão, suporte, confiança e incentivo na realização deste mestrado.
- ◆ Aos amigos que realizam ou ainda iniciarão uma pós-graduação, como uma forma de agradecimento pela força e incentivo, além de ser um exemplo da nossa capacidade de realizar trabalhos apreciáveis e de relatar quão gratificante é realizar um trabalho científico deste porte.
- ◆ À Thais Borges César e Magali Monteiro da Silva, minhas eternas professoras e amigas, por todo compartilhamento de informações e experiências, além dos maravilhosos momentos de aprendizado, conversas e divertimento, que guardarei para sempre no coração.
- ◆ A minha família (avós, tios, primos) e amigos (todos, cada um teve uma contribuição especial), que são a base para minhas realizações e conquistas.

Sou extremamente grata a todos vocês!!!

"Só fazemos melhor aquilo
que repetidamente insistimos
em melhorar.

A busca da excelência não
deve ser um objetivo, e sim
um hábito."

Aristóteles

RESUMO

A cachaça é o destilado mais consumido no Brasil e ocupa o segundo lugar entre as bebidas alcoólicas, perdendo somente para a cerveja. O consumo brasileiro lhe garante a terceira colocação entre os destilados do mundo inteiro, atrás somente da vodca e do soju (ABRABE, 2004).

Neste estudo, através da Análise Descritiva Quantitativa (ADQ), 10 amostras de cachaça, envelhecidas e não envelhecidas, de diferentes regiões do país e importantes no mercado interno e externo, foram avaliadas sensorialmente por uma equipe de 10 provadores treinados e selecionados, inicialmente inexperiente com técnicas de análise sensorial.

Desenvolveu-se o perfil sensorial das amostras, levantando-se 12 atributos relacionados à caracterização e diferenciação da bebida, ressaltando-se ainda o efeito do envelhecimento no estabelecimento de características marcantes da cachaça e melhorando sua qualidade sensorial.

Técnicas estatísticas não tradicionalmente empregadas na ADQ, como a Análise Procrustes Generalizada e correlações, revelaram-se como boas opções para explorar os dados e validar os resultados da análise quando se utiliza equipes inexperientes e produtos de difícil avaliação.

Palavras-Chave: Análise sensorial, bebidas alcoólicas, análise descritiva quantitativa, envelhecimento, técnicas estatísticas, treinamento de provadores.

ABSTRACT

Cachaça is the distilled beverage more consumed in Brazil. Considering all the alcoholic drinks, cachaça is the second one in the rank, just after the beer level. This intense internal consumption of the Brazilian spirit had positioned the cachaça as the third one between all distillates in the world, just after vodka and soju (ABRABE, 2005).

In this study, quantitative descriptive analysis (QDA) was used to evaluate 10 cachaça samples, matured in wood and immature ones, from different regions of the country and important to the internal and external market. The sensory evaluation used a panel composed by 10 assessors, initially inexperienced in sensory analysis techniques.

The sensory profiles of the samples were developed, including 12 attributes related to cachaça characterization and differentiation. The effect of the maturation process on the beverage character and sensory quality were also highlighted.

Non traditional statistics techniques, like Generalized Procrustes Analysis and correlations, were also used in the QDA. The new methods were considered as good options to explore data and validate results, especially when inexperienced panel is used and difficult products are analyzed.

Key-words: Sensory analysis, alcoholic beverages, quantitative descriptive analysis, maturation, statistical techniques, assessors training.

ÍNDICE

	<i>Pag</i>
1. Introdução	12
2. Objetivo	13
3. Revisão da Bibliografia	14
3.1. Definição de Cachaça	14
3.2. Histórico de Produção e Comercialização da Cachaça	15
3.3. Processo de Produção da Cachaça	17
3.3.1. Matéria-Prima	17
3.3.2. Extração do Caldo de Cana	18
3.3.3. Preparação do Mosto	18
3.3.4. Fermentação	19
3.3.5. Destilação	20
3.3.6. Envelhecimento	21
3.4. Análise Sensorial	27
3.4.1. Análise Descritiva Quantitativa - ADQ	30
3.4.1.1. Recrutamento de Provadores	31
3.4.1.2. Pré-Seleção	32
3.4.1.3. Treinamento e Seleção	34
3.4.1.4. Análise das Amostras	36

4. Material e Métodos	38
4.1. Material	38
4.2. Métodos	38
4.2.1. Recrutamento de Provadores	39
4.2.2. Pré-Seleção	42
4.2.3. Desenvolvimento da Terminologia Descritiva	48
4.2.4. Treinamento e Seleção	50
4.2.5. Análise Descritiva Quantitativa das Amostras	52
5. Resultados e Discussão	53
5.1. Recrutamento	53
5.2. Pré-Seleção	53
5.3. Desenvolvimento da Terminologia Descritiva	58
5.4. Treinamento e Seleção	62
5.5. Análise Descritiva Quantitativa das Amostras	77
5.6. Perfil Sensorial das Cachaças	101
6. Conclusões	121
7. Referências Bibliográficas	122

1. INTRODUÇÃO

O Brasil produz cerca de 1,3 bilhão de litros de cachaça por ano, gerando uma receita próxima de US\$ 500 milhões e empregando 450 mil pessoas. Hoje, esta é a bebida destilada mais consumida no Brasil e a terceira no ranking mundial, segundo fontes do Programa Brasileiro de Desenvolvimento da Cachaça - PBDAC (ICEPA, 2005).

Na última década, o volume de exportação da cachaça tem aumentado significativamente, atingindo quase 15 milhões de litros em 2002. Esta bebida é exportada para mais de 60 países, destacando-se entre eles a Alemanha, Estados Unidos, Japão, França, Canadá e Austrália (ABRABE, 2005). O crescimento médio de 10% ao ano sugere que, ao final desta década, um volume de 42 milhões de litros de cachaça será exportado.

A possibilidade de exportar a cachaça representa fonte considerável de divisas. A conquista de um espaço no mercado externo depende, porém, do estabelecimento de padrões de qualidade para essa bebida, assim como de métodos analíticos apropriados que permitam garantir a manutenção desses padrões.

Os trabalhos científicos relacionados com esta bebida tipicamente brasileira são ainda muito reduzidos, considerando-se principalmente sua importância sócio-econômica. Da mesma forma, aspectos relacionados com sua qualidade sensorial são ainda pouco conhecidos.

2. **OBJETIVO**

Foi objetivo deste trabalho mostrar aspectos sensoriais característicos de cachaças comercialmente importantes no Brasil, levando-se em conta, principalmente, a região onde a bebida é produzida, seu volume de venda no país e no exterior.

Atenção especial foi dedicada à observação do efeito do envelhecimento nas características finais do produto, mostrando-se este um trabalho inédito ao estudar às características de cachaças não envelhecidas e envelhecidas ao mesmo tempo.

Nesse sentido foi utilizada a Análise Descritiva Quantitativa (ADQ) visando a criação de um vocabulário que permita o estabelecimento de um perfil sensorial para a cachaça, além de sua comparação e diferenciação com outras bebidas destiladas similares conhecidas internacionalmente, como o rum.

Foi também objetivo deste estudo utilizar técnicas estatísticas não tradicionalmente empregadas na ADQ a fim de explorar e validar de outras formas os dados obtidos.

3. REVISÃO DA BIBLIOGRAFIA

3.1. Definição de Cachaça

A legislação brasileira, até 1997, denominava cachaça apenas a bebida obtida do melaço, sendo “aguardente de cana” ou “caninha” a designação oficial da nossa principal aguardente (BRASIL, 1974). No entanto, desde 1997 os termos aguardente de cana ou caninha referem-se à bebida fermento-destilada com graduação alcoólica de 38 a 54% em volume, a 20°C, obtida pela destilação do mosto fermentado de cana de açúcar (*Saccharum officinarum*, L.), podendo ser adicionada de açúcar até seis gramas por litro. Quando a adição de açúcar for superior a 6 g e até 30 g por litro, o produto terá sua denominação acrescida da expressão “adoçada” (BRASIL, 1997). Já cachaça agora é a denominação típica e exclusiva da aguardente de cana produzida no Brasil, com graduação alcoólica de 38 a 48% em volume a 20°C e com características sensoriais peculiares (BRASIL, 2002). Portanto as palavras cachaça e aguardente de cana podem ser usadas como sinônimos no país.

Segundo a Legislação Brasileira, os compostos secundários, também chamados congêneres (ácidos, ésteres, aldeídos, furfural e álcool superiores), não podem estar presentes em quantidades inferior a 200mg ou superior a 650mg/100mL de álcool anidro, devendo seguir os limites máximos (mg/100mL em álcool anidro) de 300 para álcoois superiores, de 150 para acidez volátil expressos em ácido acético, de 200 para ésteres expressos em acetato de etila, de 30 para aldeídos expressos em aldeído acético e de 5 para furfural. Os teores de metanol e

cobre devem também estar limitados a 200 mg/100 mL de álcool anidro e 5 mg/L, respectivamente (BRASIL, 1997).

Considerando o processo de envelhecimento, este não é obrigatório para a cachaça, segundo a legislação brasileira, sendo que a aguardente de cana será denominada envelhecida, quando contiver pelo menos 50% da bebida envelhecida em tonéis de madeira, por pelo menos 1 ano, podendo ser adicionada de caramelo para padronização da cor (BRASIL, 1997).

3.2. Histórico de Produção e Comercialização da Cachaça

A produção de aguardente de cana no Brasil teve início no período Colonial logo após a introdução da cana-de-açúcar na Capitania de São Vicente e a montagem do primeiro engenho de açúcar (LIMA, 1992).

A cachaça foi primeiramente obtida a partir do melaço de cana-de-açúcar, subproduto dos engenhos de açúcar, que iniciaram suas atividades em 1534. Pouco se sabe sobre onde e quando os portugueses que para aqui vieram destilaram pela primeira vez o resíduo (melaço) da fabricação de açúcar para fazer a cachaça, exceto que eles provavelmente iniciaram essa produção entre os anos de 1543 a 1550, usando seu conhecimento sobre a produção da “bagaceira” (destilado obtido a partir do resíduo da extração do suco de uva usado na produção de vinho).

A cachaça, inicialmente produzida era destinada principalmente para o consumo dos escravos, mas foi lentamente conquistando novos adeptos e sendo inclusive transformada num produto de exportação juntamente com o açúcar.

Até o final da II Guerra Mundial, a indústria da cachaça era essencialmente rural com um grande número de pequenos produtores que plantavam a cana-de-açúcar, faziam a cachaça e vendiam seus produtos. Não havia um deliberado processo de envelhecimento, no entanto, devido ao seu pequeno e lento consumo, grandes quantidades da bebida eram deixadas em tonéis de madeira por um longo tempo, melhorando assim sua qualidade sensorial. Os produtos eram armazenados em tonéis pipas nos engenhos e a comercialização era feita conforme a demanda.

No período pós-guerra, com o crescimento populacional e a incorporação do hábito de beber cachaça, os produtores expandiram suas plantações de cana-de-açúcar e também a capacidade das suas destilarias. A produção em pequena escala deu lugar a grandes plantas de produção com destilação contínua e às grandes empresas engarrafadoras com suas próprias marcas comerciais (LIMA, 1983).

Atualmente, a cachaça é produzida em todas as regiões brasileiras, sendo a maior parte nos estados de São Paulo, Pernambuco, Ceará, Rio de Janeiro, Goiás e Minas Gerais. Estima-se que existam mais de 5 mil marcas de cachaça no país e cerca de 30 mil pequenos produtores, a maioria produzindo baixas quantidades para o comércio local. Ao mesmo tempo, produções em larga escala são obtidas pelas grandes destilarias, nas quais modernas colunas de destilação produzem atualmente cerca de 20.000 litros horários e operam 24 horas por dia durante 180 dias ou mais por ano. Dessa forma, as grandes engarrafadoras, que na legislação estão enquadradas em “Estabelecimentos Estandarizadores”, chegam a embalar 400.000 garrafas por dia (YOKOYA,1995).

O mercado exterior é agora um novo desafio para a história da cachaça. Estima-se que cerca de 15 milhões de litros da bebida são vendidos para mais de 60

países, sendo que nos últimos anos houve um expressivo aumento nas vendas externas. As metas agora são expandir o número de países consumidores de cachaça e fazer o volume de exportações chegar aos 38 milhões de litros até 2010 (ABRABE, 2005). Uma consequência direta para esta expansão é a necessidade da bebida respeitar padrões internacionais de qualidade.

3.3. Processo de Produção da Cachaça

A cachaça é feita a partir do caldo de cana-de-açúcar fermentado e destilado, sendo algumas vezes confundida com o rum. Mas, enquanto o rum é um destilado do melaço fermentado e a cachaça é diretamente obtida a partir do caldo de cana-de-açúcar fermentado.

3.3.1. Matéria-Prima

A cana-de-açúcar a ser utilizada na produção de cachaça, deve estar madura, apresentar boas condições fitossanitárias, ter sido recentemente colhida e não apresentar nenhum tipo de deterioração.

A escolha das variedades de cana deve ser criteriosa, levando em conta, a diversidade dos solos da propriedade e suas qualidades industriais. É muito importante que as variedades amadureçam adequadamente e produzam um caldo abundante, rico em açúcar e com boas características de fermentação (LIMA, 1999).

A cana é colhida quando atinge o grau de maturação adequado, dependente da sua variedade. Em condições normais, a cana tem sua maturação influenciada

por fatores diversos como umidade do solo, temperatura, suas características físicas e químicas e diferenças varietais. As canas, cujos caldos apresentam média igual ou superior a 18% de sólidos solúveis (ou 18° Brix), são consideradas na prática maduras e podendo ser cortadas.

Quando a cana está verde, ou incompletamente madura, a operação da fermentação pode ser muito difícil. Neste caso, a pressa em cortar pode resultar em prejuízos (LIMA, 1999).

3.3.2. Extração do Caldo de Cana

A extração do caldo de cana-de-açúcar é feita através da prensagem da cana (*Saccharum sp*) em vários tipos de moendas, com diferentes formas e capacidades que devem prover, como regra, uma extração com maior rendimento e mais econômica.

3.3.3. Preparação do Mosto

Após esta extração, o primeiro tratamento recomendado é separar por gravidade as impurezas sólidas presentes no caldo. A seguir, a diluição do caldo geralmente é necessária para ajustar o conteúdo de açúcar e a capacidade fermentativa da levedura, a fim de evitar futura inibição da levedura pelos altos níveis alcoólicos do final da fermentação. Esta prática também reduz as perdas de açúcar e previne a fermentação bacteriana que pode ocorrer após a cessação do processo normal. (FARIA, 1995)

Para favorecer a fermentação alcoólica, vários produtores corrigem os valores de pH do caldo de 5,5 para 4,5 (pH ótimo) pela adição de ácido sulfúrico, assim como acertam a temperatura para 30°C (FARIA, 1995). Depois destes procedimentos, o caldo, agora chamado mosto, está pronto para a fermentação.

Finalmente a adição de sais minerais e vitaminas, nutrientes necessários à manutenção do processo fermentativo, bem como o uso de desinfetantes e antibióticos, com vistas a eliminar microrganismos indesejáveis, completam as principais práticas recomendadas para obter-se um mosto mais adequado à fermentação (FARIA, 1995).

3.3.4. Fermentação

Os tanques usados para a fermentação da cachaça são feitos com diferentes materiais e têm diferentes formas. Os mais utilizados têm forma cilíndrica e são construídos com ligas de aço-carbono.

A levedura utilizada para produzir uma boa cachaça é a *Saccaromyces cerevisae* e principalmente aquela isolada de mostos fermentados de cana-de-açúcar e, se possível, da mesma região. Entre as unidades de produção de pequeno porte há muitas que usam levedura de panificação ou ainda o chamado “fermento caipira”, constituído de leveduras selvagens naturais presentes no caldo, que são desenvolvidas nas próprias destilarias ou preparadas com base em receitas empíricas regionais (FARIA, 1995).

A fermentação alcoólica pela levedura é similar ao de muitas outras bebidas e inicia-se assim que o mosto de cana de açúcar é colocado em contato com a levedura.

O processo fermentativo tem três fases distintas: preliminar (4h), principal ou tumultuosa (12-16h) e complementar (4-6h). No segundo estágio produz-se, além do etanol, uma série de compostos secundários, que são os principais responsáveis pelo aroma e sabor da aguardente de cana.

Após ser fermentado, o mosto é então chamado de vinho de cana-de-açúcar e tem uma composição variada de gases (gás carbônico), sólidos (células de leveduras, sais minerais, açúcar não fermentado e outras impurezas) e substâncias líquidas.

3.3.5. Destilação

A destilação do vinho de cana-de-açúcar é feita para separar e concentrar os compostos voláteis, da fase residual que será descartada (vinhaça).

A indústria da cachaça usa sistemas descontínuos, semicontínuos ou contínuos. As bebidas originadas pelos dois primeiros sistemas de destilação (alambique), também chamados de destilação em batelada, apresentam grande diferença na composição e na qualidade sensorial, quando comparadas às bebidas obtidas pelo sistema contínuo (colunas) (FARIA, 1995).

O processo de destilação separa os compostos voláteis do vinho de cana-de-açúcar, resultando diretamente em uma bebida para o consumo ou em destilados

com maior conteúdo alcoólico, contendo 54-95% de etanol, a 20°C, destinados à produção de cachaça ou de outras bebidas alcoólicas.

3.3.6. *Envelhecimento*

Poucas bebidas apresentam qualidade sensorial tão boa quanto à cachaça, logo após a destilação. Tal fato pode ser provavelmente a causa da ausência da prática do envelhecimento da cachaça no Brasil, embora este processo produza uma significativa melhora na qualidade sensorial dessa bebida (FARIA et al., 2003a).

O papel do envelhecimento das bebidas destiladas na melhoria da qualidade sensorial já está demonstrado em inúmeros trabalhos envolvendo as mais diversas bebidas. Apesar de poucas pesquisas feitas a respeito do envelhecimento da cachaça, sempre é evidenciado o efeito positivo do envelhecimento na sua qualidade sensorial. A avaliação sensorial de amostras de cachaça obtidas ao longo do processo de envelhecimento em tonéis de carvalho (*Quercus sp*) por 37 meses mostrou uma significativa melhora na aceitação do aroma, sabor e impressão global logo após 21 meses de envelhecimento (FARIA et al., 1995).

Através de um conjunto de estudos, o desenvolvimento de características desejáveis e a diminuição de atributos desagradáveis da bebida recém-destilada, constatados para uísques (REAZIN, 1983; CANAWAY, 1983), também foram salientados na cachaça durante o processo de envelhecimento (CARDELLO; FARIA, 2000; CARDELLO; FARIA, 1998; CARDELLO; FARIA, 1999).

Amostras de aguardente de cana, correspondentes a diferentes tempos de envelhecimento (zero, 12, 24, 36 e 48 meses) em tonel de carvalho, foram avaliadas

por teste de aceitação, análise descritiva quantitativa (ADQ) e tempo intensidade. Para a análise de aceitação, outras 6 cachaças comerciais (3 envelhecidas em carvalho e 3 sem envelhecer) foram incluídas na avaliação (CARDELLO; FARIA, 2000).

A aceitação das amostras aumentou com o tempo de envelhecimento, para todas as características sensoriais avaliadas (cor, aroma, sabor e impressão global). As amostras com 24, 36 e 48 meses de envelhecimento apresentaram as maiores médias (em torno de 8) para a aceitação de todos os atributos avaliados, evidenciando que o envelhecimento melhora significativamente a aceitação das amostras. Amostras comerciais não envelhecidas tiveram comportamento similar à amostra de tempo zero e as amostras comerciais envelhecidas, similares a de 12 meses de envelhecimento.

Na ADQ, além das amostras com diferentes tempos de envelhecimento, mais uma amostra comercial sem envelhecer e outra envelhecida em carvalho foram avaliadas por 10 provadores selecionados e treinados. Treze descritores foram levantados: coloração amarela, aroma alcoólico, aroma de madeira, aroma de baunilha, doçura inicial, doçura residual, sabor alcoólico inicial, sabor alcoólico residual, sabor de madeira inicial, sabor de madeira residual, sabor agressivo, adstringente e gosto ácido (CARDELLO; FARIA, 1998).

Ocorreram mudanças significativas das características sensoriais da aguardente ao longo do envelhecimento. Observou-se aumento significativo da coloração amarela, aroma de madeira, doçura inicial e residual, aroma de baunilha, sabor inicial e residual de madeira, em contrapartida à diminuição significativa do aroma alcoólico, agressividade, sabor inicial e residual de álcool. A amostra

comercial envelhecida apresentou características mais próximas às da amostra com 24 meses de envelhecimento, enquanto o perfil da amostra comercial sem envelhecimento ficou mais próximo ao da amostra de tempo zero. De acordo com os autores, estes resultados podem explicar o aumento de aceitação das amostras envelhecidas observadas no estudo anterior (CARDELLO; FARIA, 2000).

Os descritores gosto doce, sabor agressivo, alcoólico e de madeira levantados pela ADQ nas amostras de aguardente a diferentes tempos de envelhecimento foram avaliados por análise tempo-intensidade, por oito provadores selecionados e treinados. As modificações temporais ocorridas nos quatro atributos sensoriais estudados, durante o envelhecimento, foram bem evidenciadas com a análise tempo-intensidade. O aumento do tempo de envelhecimento da aguardente em tonel de carvalho mostrou claramente o desenvolvimento de doçura e sabor de madeira, além de diminuição da agressividade e do sabor alcoólico como resultado do envelhecimento (CARDELLO; FARIA, 1999).

No entanto, envelhecimento em tonéis de madeira, parte importante do processo de fabricação da cachaça, infelizmente ainda é considerado etapa opcional pela Legislação Brasileira (BRASIL, 1997).

Durante o envelhecimento ocorrem também reações entre os compostos secundários oriundos da destilação, entre os compostos extraídos da madeira (lignina, celulose, hemicelulose) incorporados ao líquido e também reações entre os compostos da madeira e os compostos originários da destilação (NISHIMURA et al., 1983). No processo de envelhecimento o recipiente e as condições de armazenagem são os principais responsáveis pelas alterações das características sensoriais do destilado. O recipiente afeta essas características de forma subtrativa,

removendo algumas substâncias por meio de evaporação, adsorção ou outras interações envolvendo o material usado no recipiente; de forma aditiva, transferindo algumas substâncias constituintes do recipiente do produto ou permitindo a incorporação de ar; e de forma indireta através dos compostos liberados pelo recipiente que reagem com os componentes do destilado, resultando em produtos que contribuem para o sabor do produto envelhecido (WILDENRADT; SINGLETON, 1984).

O carvalho é a madeira preferida para o envelhecimento da cachaça, provavelmente devido às reconhecidas características sensoriais do uísque, rum e conhaque, incorporados como padrões para bebidas envelhecidas.

Segundo NISHIMURA e MATSUYAMA (1989), o mecanismo de envelhecimento em barris de carvalho é basicamente comum a todos destilados. Basicamente o que ocorre neste processo é um conjunto de reações, listados a seguir:

- ❖ Extração direta dos componentes da madeira;
- ❖ Decomposição de macromoléculas que formam a estrutura da madeira, de modo que compostos tais como lignina, celulose e hemicelulose, migrem para o destilado;
- ❖ Reações dos componentes da madeira com componentes do destilado sem envelhecer;
- ❖ Reações envolvendo somente o material extraído da madeira;
- ❖ Reações envolvendo somente os componentes do destilado;
- ❖ Evaporação dos compostos de baixo peso molecular através da madeira do barril;

- ❖ Formação de aglomerados envolvendo moléculas dos devidos componentes, etanol e água.

Dessa forma, as conseqüentes transformações que a bebida sofre envolvem mudanças na cor, volume, peso específico e nos teores de álcool, extrato residual, acidez, ésteres, álcoois superiores, aldeídos, furfural e no coeficiente dos compostos secundários (LIMA, 1992).

A cachaça recém destilada tem sabor ardente e seco por mais cuidadosa que tenha sido a destilação e por melhor que tenha sido conduzido o processo de fermentação. Esta é a principal característica dessa bebida comumente comercializada no Brasil. A utilização de artifícios visando reduzir o tempo de envelhecimento de bebidas destiladas tem sido constantemente testada em função da economia que sem dúvida pode representar, mas também no caso da cachaça, como uma forma de estimular e difundir a utilização do envelhecimento como etapa fundamental da produção dessa bebida.

O envelhecimento da aguardente de cana deve ser feito em tonéis de madeira, a fim de possibilitar o contato com o ar, possibilitando reações de oxidação, evaporação de álcool, concentração de componentes secundários e o enriquecimento da bebida com componentes provenientes da madeira, que a colore e contribuem para as qualidades sensoriais do destilado (AQUARONE et al., 1983).

A qualidade da bebida envelhecida depende do tipo de madeira empregada, tempo de envelhecimento, qualidade inicial e teor alcoólico do destilado, bem como

a temperatura e a umidade relativa do ambiente de envelhecimento (NISHIMURA; MATSUYAMA, 1989; SINGLETON, 1995).

A utilização de outras fontes de madeira é uma alternativa para reduzir o custo do envelhecimento, uma vez que a aquisição de tonéis de carvalho é extremamente cara. No Brasil, várias madeiras são usadas na fabricação de tonéis destinados ao envelhecimento de bebidas destiladas, porém ainda faltam estudos sistemáticos com relação à caracterização dos compostos que são extraídos das diferentes espécies de madeira, bem como sobre o perfil sensorial destas bebidas. No entanto, a realização de um estudo preliminar com madeiras tipicamente brasileiras mostrou que pereiro, amendoim e jatobá mostraram-se como boas alternativas para a utilização de carvalho (FARIA et al., 2003b).

Portanto, há boas razões para incluir o processo de envelhecimento na produção da cachaça a fim de melhorar a sua qualidade sensorial. Infelizmente, grande parte dos produtores brasileiros, amparados por decretos governamentais, prefere adicionar açúcar ao invés de envelhecer suas bebidas (FARIA et. al., 2003a).

3.4. Análise Sensorial

A análise sensorial é uma ferramenta utilizada para medir, analisar e interpretar o impacto que as características dos alimentos, bebidas e materiais, produzem nos órgãos dos sentidos humanos, e assim, determinar como os produtos são percebidos. É um tipo de técnica importante para a avaliação da qualidade de produtos, visto que não existe ainda um instrumento capaz de substituir os sentidos humanos na caracterização e avaliação de produtos na hora do consumo (JELLINEK, 1985). Além disso, deve-se considerar a importância que o aroma e o sabor têm na aceitação e, portanto, no sucesso comercial dos alimentos e bebidas.

Os testes sensoriais, inicialmente muito simples, foram evoluindo e tornando-se mais complexos. Ao mesmo tempo, programas estatísticos mais avançados foram sendo incorporados à análise sensorial, o que possibilitou hoje a obtenção da análise sensorial como uma poderosa ferramenta, a ser usada no controle da qualidade de alimentos, bebidas, perfumes e de outros produtos.

Mesmo com sofisticados e sensíveis métodos de análise instrumental, como cromatografia gasosa, espectrometria de massas, ressonância magnética nuclear, infravermelho e ultravioleta, a importância da análise sensorial aumentou ao invés de diminuir. As razões para tal relevância baseiam-se em características particulares do nosso sistema biológico. Por exemplo, até mesmo abaixo do limite de detecção (em torno de 10^{-12}) de instrumentos analíticos, quando não são detectados sinais (correspondentes a compostos), nosso “detector biológico” (nossos sentidos) podem ainda perceber odores e sabores. Além disso, os instrumentos só conseguem

analisar compostos isolados, enquanto nossos sentidos nos dão a impressão global do aroma, sabor, temperatura e componentes táteis (JELLINEK, 1985).

Através dos sentidos, consegue-se detectar e diferenciar as características gerais do ambiente e seus detalhes. Cada percepção individual determina uma atitude diante tudo que existe ao redor. Mas há uma diferença muito grande entre cada mundo individual de sensações dependendo do seu nível de desenvolvimento. Portanto, a análise sensorial é feita seguindo padrões de um procedimento científico.

Dessa forma, os provadores devem determinar as características dos produtos com seus sentidos, utilizar métodos exatos (testes de diferença, testes descritivos baseados em padrões sensoriais), participar em treinamentos apropriados e em periódicos testes de seleção, além de trabalharem em equipe, sendo os resultados analisados estatisticamente (AMERINE et al., 1965). A análise sensorial pode então ser comparada a uma análise instrumental. Com ela objetivamente mede-se as diferenças sensoriais ou determina-se a qualidade de produtos utilizando-se escalas de qualidade bem definidas.

Considerando-se a cachaça, seu aroma e sabor característicos são derivados dos seus compostos secundários, produtos derivados principalmente da fermentação alcoólica que acompanham o destilado e, como todas as bebidas fermento-destilladas, são constituídos basicamente por álcoois, aldeídos, ácidos graxos e ésteres (FARIA et al., 2003a).

A análise química dos compostos presentes na cachaça não permite avaliar seus estímulos sensoriais, conforme são percebidos pelos consumidores. A determinação destes compostos é útil principalmente para entender o processo de

fermentação e destilação, mas não permite avaliar sensorialmente a contribuição de cada composto ou suas ações sinérgicas na amostra.

Como uma contribuição para a determinação das características sensoriais da cachaça, JANZANTTI (2004), através da análise de aceitação e ADQ de marcas comerciais de cachaça, pode observar que a cachaça mais aceita entre consumidores apresentou maior intensidade dos atributos gosto adocicado, aroma adocicado, ardência inicial, além de apresentar menor intensidade de gosto amargo, aroma irritante e ardência final. Já para as cachaças menos aceitas, observou-se maior intensidade dos atributos ardência final, aroma irritante e gosto amargo. Na sequência, quando solicitando aos consumidores que informassem o que menos gostaram nas cachaças, os termos “agressividade”, “sabor forte alcoólico”, “gosto bem ardido”, “ardência”, “gosto ardido”, “gosto residual amargo”, “gosto amargo” e “gosto residual” foram citados com grande frequência. Por outro lado, quando relatando o que mais gostaram nas cachaças, os termos mais citados por eles foram “sabor adocicado” e “sabor suave”.

Considerando o processo de envelhecimento, apesar de identificadas muitas das reações químicas envolvidas nesta etapa, não há nenhum índice químico ou físico confiável para a medida dos compostos que assumem as características de aroma mais marcantes (PIGGOTT; CONNER, 1995). Por outro lado, uma técnica eficiente para determinar a intensidade dos principais descritores sensoriais de bebidas alcoólicas envelhecidas, como a cachaça, é a Análise Descritiva Quantitativa (ADQ).

3.4.1. Análise Descritiva Quantitativa

Os testes sensoriais descritivos estão entre as ferramentas mais sofisticadas utilizadas na análise e pesquisa sensorial e envolvem a detecção (discriminação) e a descrição qualitativa e quantitativa dos atributos sensoriais do produto por uma equipe de provadores treinados e selecionados. Esses testes possuem aspectos qualitativos, pois a equipe relata as características específicas que descrevem os produtos a serem estudados e, quantitativos, pois a equipe avalia a intensidade na qual os atributos são percebidos (MUÑOZ et al., 1992).

Claramente observa-se que o uso de testes sensoriais descritivos tem aumentado nos últimos anos e continuarão dessa forma nos próximos anos (MURRAY et al., 2001). As principais aplicações atualmente nas indústrias são: desenvolvimento de produtos, controle de qualidade, monitoramento de produtos concorrentes, teste de armazenamento e correlações entre medidas sensoriais e físico-químicas.

Considerando a ADQ, esta técnica foi desenvolvida durante a década de 70 a fim de corrigir problemas associados ao perfil de sabor (STONE et al., 1974; MURRAY et al., 2001). Na atualidade, a análise tem sido empregada em estudos com diversos produtos, como: peito de frango (JAHAM et al., 2005), leite (CLAASSEN; LAWLESS, 1992), leite achocolatado (AGUILAR et al., 1994), aguardentes de cana (CARDELLO; FARIA, 1998); uísque (LEE et al., 2001), entre outros. Na sequência, detalhes sobre a técnica estão explicitados em tópicos.

3.4.1.1. Recrutamento de Provadores

Neste primeiro passo, os candidatos em potencial para a ADQ devem ser recrutados utilizando questionários, sendo já neste momento informados sobre os objetivos do teste, compromissos de tempo, duração dos testes, procedimentos gerais e vantagens do treinamento que deverão participar.

Algumas características básicas devem ser observadas nos candidatos a fim de obter melhor eficiência na etapa de treinamento (LAWLESS; HEYMANN, 1999.): interesse, disponibilidade, pontualidade, saúde (ausência de alergias, resfriados ou uso de medicamentos que possam prejudicar a segurança das avaliações), capacidade de expressão e atitude positiva com respeito ao produto. Apesar de não serem essenciais, outros fatores podem ser considerados na seleção dos provadores, como: tipo de trabalho, grau de instrução, experiência sensorial, idade, estado de gravidez, personalidade, capacidade de concentração, caráter, capacidade discriminatória, espírito de equipe, hábito de fumar, hábitos dietéticos, uso de medicamentos, dentre outros de interesse do projeto. No geral, a faixa etária mais recomendada é de 17 a 50 anos, assim como se recomenda a utilização de pessoas de ambos os sexos, uma vez que pode haver diferenças nas percepções (MURRAY et al., 2001).

Normalmente recruta-se um número de pessoas 2 a 3 vezes maior daquele ideal, para se chegar ao número desejado de indivíduos para compor a equipe, pois após as diversas etapas, muitos serão eliminados.

3.4.1.2. Pré-Seleção

Na fase de pré-seleção, a acuidade sensorial bem como a capacidade discriminatória dos candidatos, são avaliadas usando testes discriminativos. Em cada caso, deve-se utilizar a metodologia mais adequada para o objetivo proposto. Usualmente, os testes empregados são: teste triangular, teste duo-trio, teste de ordenação, gostos básicos, reconhecimento de odores e escalas de categoria.

Na literatura, pode-se encontrar vários trabalhos que discutem a seleção de provadores e os testes utilizados para seleção e avaliação de seu desempenho (LAWLESS; HEYMANN, 1999; MOSKOWITZ, 1983; PIGGOTT; HUNTER, 1999; POWERS, 1988; MURRAY et al., 2001).

Segundo STONE e SIDEL (1993) as seguintes informações devem ser consideradas no trabalho com provadores para a análise sensorial de alimentos:

- ❖ As habilidades sensoriais variam entre as pessoas.
- ❖ A maioria das pessoas não conhece suas habilidades em relação aos sentidos do olfato e gosto.
- ❖ Todos os indivíduos devem aprender como provar.
- ❖ Nem todas as pessoas são qualificadas para todos os testes.
- ❖ Os provadores são recompensados pela participação e não pelas avaliações feitas corretamente, o que é feito, geralmente, com brindes.
- ❖ As habilidades sensoriais adquiridas são esquecidas se não forem usadas regularmente.

- ❖ As habilidades sensoriais estão sujeitas à fadiga.
- ❖ O desempenho de um provador pode ser influenciado por inúmeros fatores não relacionados com o teste ou produto.
- ❖ Toda informação sobre o provador deve ser considerada e tratada confidencialmente.
- ❖ Os funcionários não devem ser pagos para participar de um teste sensorial.
- ❖ A participação nos testes deve ser sempre voluntária.
- ❖ A segurança do provador é de extrema importância e deve preceder a todas as outras considerações.

3.4.1.3. *Treinamento e Seleção*

Na seqüência, inicia-se a etapa de treinamento. O objetivo agora é capacitar a equipe para interpretar instruções, descrever e quantificar suas sensações, e assim, poder funcionar de forma similar a um instrumento de medida, de modo que sua análise seja discriminatória, concordante e possua boa repetibilidade. Como a análise é uma descrição necessariamente verbal, a linguagem utilizada irá influir de forma decisiva na exatidão e na utilidade da informação obtida (DAMÁSIO; COSTELL, 1991).

O primeiro passo é o desenvolvimento de uma linguagem comum com os termos compreensíveis que descrevem os atributos de um produto. Geralmente a própria equipe é quem desenvolve a linguagem sensorial. Uma linguagem pré-existente pode também ser adotada, porém, pode haver dificuldades de entendimento e interpretação, principalmente quando se trata de regiões ou países diferentes. Essas diferenças podem ser explicadas, em parte, porque cada idioma se desenvolve respondendo a contextos sociais e culturais distintos (STONE; SIDEL, 1993; MUÑOZ et al., 1992).

Durante a geração dos termos descritores, a equipe é normalmente exposta a uma grande variedade de produtos da categoria a ser testada. A etapa da geração inicial de vocabulário deve focar mais as diferenças entre os produtos que simplesmente compilar um dicionário de adjetivos (LAWLESS; HEYMANN, 1999).

A escolha final dos termos descritores é feita pelo consenso da equipe. A discussão estimula o intercâmbio de opiniões entre os participantes e pode ter um efeito sinérgico, dando lugar a mais idéias e mais termos. Porém, podem-se

observar efeitos negativos quando um dos participantes, de caráter dominante, anula ou diminui a iniciativa dos demais. A eleição dos termos descritores a serem utilizados também dependerá das características do produto e dos objetivos do estudo que se pretende realizar (AMERINE et al., 1965).

A linguagem descritiva final deve ser precisamente definida e conter termos suficientes para todos os atributos normalmente encontrados, porém não deve conter uma quantidade numerosa, de modo a tornar o seu uso confuso (MURRAY et al., 2001).

A partir dos termos descritores gerados, é elaborada uma ficha de avaliação das amostras, na qual constarão os atributos sensoriais determinados pelo consenso da equipe de provadores. É, então, empregada uma escala, normalmente não estruturada, cujo tamanho é variável, tendo os pontos extremos ancorados pelos termos de intensidade para cada atributo (fraco/forte; nenhum/muito). Por exemplo, CARLUCCI et al. (1998), utilizaram escala não estruturada de 100 mm com os pontos ancorados em cada extremo (0=ausência da sensação e 100=extremamente intenso).

Considera-se necessário padronizar as condições de utilização da ficha de avaliação, a fim de treinar a equipe de provadores e obter resultados válidos e reprodutíveis nas análises posteriores. Essa padronização inclui: a definição concreta e inequívoca dos termos selecionados, o estabelecimento das condições de avaliação sensorial de cada um deles, a seleção das referências que, por um lado, permitam delimitar o conceito sensorial que representa cada termo e que, por outro lado, facilite a eleição de padrões para quantificar a intensidade do atributo correspondente. A equipe é treinada a usar os “termos de referência” para

ilustrar/definir os atributos sensoriais e as respectivas faixas de intensidade a serem encontradas no produto em teste.

Os provadores, durante o processo de treinamento, adquirem um padrão quantitativo e qualitativo comum entre o grupo, permitindo o uso de uma linguagem para descrever os conceitos sensoriais, assim como uma escala comum.

Considera-se também que o treinamento com produtos específicos e padrões de referência melhora o desempenho dos provadores. SULMONT et al. (1999) reportaram que houve um desempenho superior da equipe que foi treinada com o aprendizado prático, em relação a que efetuou o aprendizado teórico e em que os padrões foram escolhidos pelo líder da equipe e impostos aos provadores.

Em síntese, o objetivo do treinamento é desenvolver uma equipe que produza resultados válidos e seguros, funcionando como um instrumento analítico. Para isso, o indivíduo é familiarizado com os procedimentos do teste, melhora suas habilidades em identificar e reconhecer os atributos sensoriais nos alimentos, melhora a sua sensibilidade e memória de modo a fornecer medidas sensoriais precisas, consistentes e padronizadas.

3.4.1.4. Análise das Amostras

Finalmente as amostras dos produtos em questão são analisadas pela equipe, em repetição, utilizando a ficha de avaliação desenvolvida e segundo os princípios básicos envolvidos na análise sensorial (local adequado, balanceamento na apresentação das amostras, número de amostras por sessão, entre outros).

Os resultados então obtidos para a ADQ são analisados estatisticamente e representados graficamente. Análise de variância (ANOVA) é um teste muito útil, tanto na etapa de seleção de provadores quanto na análise final dos resultados da ADQ. Outra técnica estatística aplicada na ADQ é a análise de componentes principais (ACP) esta análise multivariada geralmente contribui para uma melhor seleção do conjunto de atributos e enfatiza similaridades e diferenças entre os produtos nas suas características gerais (LAWLESS; HEYMANN, 1999). Semelhante a ACP, outra técnica multivariada tem recentemente sido empregada para a avaliação dos resultados da ADQ: a análise Procrustes generalizada (GPA) (GOWER, 1975). Este método é apropriado para analisar diferentes matrizes, visando redução na variação da análise das amostras, devido ao julgamento dos provadores, não completamente padronizados com a equipe (DELARUE; SIEFFERMANN, 2004).

4. MATERIAL E MÉTODOS

4.1. Material

Foram analisadas 10 cachaças, 5 envelhecidas e 5 sem envelhecer, que, após mistura de três a cinco garrafas, foram embaladas em recipientes de vidro e assim mantidas, em local adequado e à temperatura ambiente, até o momento da análise.

As cachaças a serem estudadas foram escolhidas levando-se em conta, principalmente, a região onde a bebida foi produzida e seu volume de venda no país e no exterior. Ao todo utilizou-se 7 marcas comerciais, já que 3 marcas foram estudadas na versão envelhecida e sem envelhecer.

4.2. Métodos

As amostras de cachaça acima referidas foram submetidas à Análise Descritiva Quantitativa (ADQ) para a caracterização de seus perfis sensoriais, conforme metodologia descrita por STONE et al. (1974).

4.2.1. Recrutamento de Provadores

O recrutamento dos provadores foi feito através do uso de questionário e entrevistas individuais. Critérios como idade (pessoas acima de 21 anos), disponibilidade, não uso de medicamentos, boa saúde e boa atitude com relação ao produto foram cruciais para a escolha dos candidatos, principalmente em se tratando da característica das amostras (bebida com alto teor alcoólico). O questionário utilizado pode ser visto na Figura 1.

Neste momento, os candidatos foram informados sobre os objetivos da seleção, compromissos de tempo, duração dos testes e procedimentos gerais relacionados à análise. Além disso, um termo de consentimento relativo ao experimento foi apresentado aos candidatos, que após leitura, consentiram e assinaram o documento (Figura 2).

Por favor, complete o questionário com as informações solicitadas. Estes dados são importantes para o recrutamento de candidatos destinados a participar da equipe de análise sensorial de cachaça. Todas as informações serão mantidas confidenciais.

Nome _____ Departamento _____
Sexo _____ Idade _____ Estado civil _____
Fone _____ E-mail _____@_____

Qual seu horário disponível para participar dos testes?

Manhã: Dias da semana _____ Horários _____

Tarde: Dias da semana _____ Horários _____

1. Indique se você tem algum tipo de problema (alergia, desconforto, não gosta, etc.) de algum dos seguintes alimentos e especifique quais (ex. Carnes. Qual? Rã):

Queijo _____ Carnes _____
Chocolate _____ Leite _____
Ovos _____ Frutas _____
Condimentos _____ Vegetais _____
Pescados _____ Outros _____

2. Indique se você está fazendo alguma dieta especial:

Diabetes _____ Baixa caloria _____
Alta caloria _____ Baixo teor de sal _____
Dieta não específica _____ Outra _____

3. Você está tomando algum remédio?

() Não () Sim; Qual(is) _____

Figura 1. Questionário utilizado para o recrutamento de candidatos a fim de compor a equipe de provadores da análise sensorial de cachaça.

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Eu _____, Idade _____ anos,
RG _____, Estado Civil _____, Telefone: (____) _____,
Residente na _____, nº _____,
Bairro _____, Cidade _____,
declaro ter sido esclarecido sobre os seguintes pontos:

1. O trabalho tem por finalidade avaliar sensorialmente amostras de cachaça com vistas ao estabelecimento dos perfis sensoriais das mesmas;
2. A minha participação como voluntário deverá ter a duração de aproximadamente 500 minutos em períodos diários de 10 minutos;
3. Não terei nenhuma despesa ao participar desse estudo;
4. Os procedimentos aos quais serei submetido não provocarão danos físicos ou financeiros e por isso não haverá a necessidade de ser indenizado por parte da equipe responsável por esse trabalho ou da Instituição (FCF/UNESP);
5. Meu nome será mantido em sigilo, assegurando assim a minha privacidade e, se desejar, deverei ser informado sobre os resultados dessa pesquisa;
6. Qualquer dúvida ou solicitação de esclarecimento poderei entrar em contato com a equipe científica (Prof. João Bosco Faria ou Melina Maçatelli) pelo telefone (16) 3301-6923;
7. Para notificação de qualquer situação de anormalidade que não puder ser resolvida pelos pesquisadores deverei entrar em contato com o Comitê de Ética em Pesquisa da Faculdade de Ciências Farmacêuticas do Câmpus de Araraquara da UNESP, pelo telefone (16) 3301-6897;

Diante dos esclarecimentos prestados pelos membros da equipe científica responsável, concordo em participar do projeto intitulado “PERFIL SENSORIAL DAS PRINCIPAIS MARCAS COMERCIAIS DE CACHAÇA”, na qualidade de voluntário.

Araraquara, ____/____/____

Assinatura do Voluntário

Figura 2. Termo de consentimento.

4.2.2. Pré-seleção

A etapa em questão é geralmente utilizada para analisar a acuidade sensorial e a capacidade discriminatória dos candidatos, usando teses discriminativos. Neste projeto, no entanto, além do material de estudo ser de difícil avaliação (alto teor alcoólico), trabalhou-se com candidatos que não tinham experiência na área de análise sensorial. Então, além dos objetivos acima, procurou-se prover aos provadores a familiarização com as técnicas de análise sensorial, assim como o desenvolvimento das suas habilidade de avaliação sensorial.

Assim, o primeiro teste realizado na pré-seleção foi a avaliação da capacidade dos provadores de identificar os gostos básicos. Soluções aquosas de cafeína, ácido cítrico, sacarose e cloreto de sódio, em duas diluições, foram servidas a fim de simular os gostos amargo, ácido/azedo, doce e salgado, respectivamente (Tabela 1).

Tabela 1. Composição das soluções aquosas utilizadas no teste de gostos básicos.

Gosto Básico	Composto utilizado	Concentrações Utilizadas (%)	
Doce	Sacarose	0,40	0,80
Salgado	Cloreto de sódio	0,08	0,15
Ácido/Azedo	Ácido cítrico	0,02	0,04
Amargo	Cafeína	0,02	0,03

Dessa forma, os candidatos receberam 10 frascos codificados com número de três dígitos, sendo que 8 continham as assinalassem citadas e 2 continham apenas água pura, sendo-lhes pedido que descrevessem o gosto percebido em cada solução (Figura 3).

Nome: _____ Data: _____

Por favor, prove cada amostra e identifique com “x” o gosto percebido: doce, salgado, amargo ou ácido (azedo). Se você não perceber nenhum gosto (água pura) ou perceber outra sensação, marque um “x” em “outros” e identifique-a.

amostra	doce	ácido	salgado	amargo	outros

Comentários: _____

Figura 3. Ficha de avaliação utilizada no teste de gostos básicos.

Na sequência, e como segundo teste na pré-seleção, foi apresentada aos provadores uma série de aromas a fim de possibilitar a familiarização dos mesmos com algumas das possíveis notas aromáticas presentes nas amostras de cachaça envelhecidas e sem envelhecer. Os compostos químicos ou misturas utilizadas

foram: guaiacol, geraniol, ácido acético glacial, diacetil, caproato de etila, vanilina, maltol, álcool etílico, solução alcoólica de chocolate e extrato de carvalho.

Primeiramente, os aromas foram apresentados isoladamente. Algumas gotas do composto ou solução foram adicionadas a fitas de papel tipo borrão (cedidas pela Faculdade de Engenharia de Alimentos-UNICAMP), sendo na sequência inseridas em taças com formato de tulipa e cobertas com vidro de relógio. Fez-se o uso de taças vermelhas e opacas para evitar que o efeito visual das amostras influenciasse na avaliação do aroma.

Numa segunda etapa, pequenas quantidades dos compostos de referência (aroma) foram adicionadas em 35 ml de soluções alcoólicas a 40% etanol. Além de identificarem os aromas, os candidatos também indicaram a intensidade e a facilidade de reconhecimento dos mesmos (Figura 4). Na sequência, os aromas foram apresentados novamente em soluções alcoólicas, mas desta vez aos pares. Enfim, os candidatos foram capazes de reconhecer estes aromas em amostras de cachaça envelhecidas e não-envelhecidas.

NOME: _____ Data: _____

Amostra	Descrição	Intensidade do aroma *	Facilidade p/ reconhecer **

* Fraco (1); Moderado (2); Forte (3)
** Muito fácil (a); Fácil (b); Difícil (c); Impossível (d)

Figura 4. Ficha de avaliação utilizada no teste de reconhecimento de aromas.

Como último teste utilizada na pré-seleção dos provadores, o teste de diferença do controle introduziu aos provadores o conceito de quantificação das percepções. Este experimento é essencialmente um teste de diferença simples, em que se avalia o tamanho da diferença geral existente entre produtos.

Assim, uma das amostras de cachaça não envelhecida foi designada como padrão (P), e as outras amostras foram avaliadas com respeito o quão diferentes eram do controle. Em cada sessão, foram utilizados 20ml das amostras, apresentadas em 4 taças com formato de tulipa e cobertas com vidro de relógio. Uma taça continha a amostra escolhida como padrão, sendo codificada com a letra “P” e as outras taças eram codificadas com número aleatório de três dígitos, sendo

que em uma delas havia a mesma amostra padrão e as restantes continham as outras duas amostras de cachaça. Fez-se o uso de taças vermelhas e opacas para evitar que o efeito visual das amostras influenciasse na avaliação sensorial. A análise foi feita em triplicata, balanceando-se a ordem de apresentação das amostras. A ficha de avaliação utilizada para o teste pode ser vista na Figura 5.

Para escolher quais seriam as outras duas amostras de cachaça também empregadas no teste, foi considerada interessante a utilização da mesma marca de cachaça, nas suas versões envelhecida e não-envelhecida, a fim de possibilitar, além das variações existentes entre marcas, as diferenças que o processo de envelhecimento gera na mesma marca do produto. Dessa forma, o gradiente relativo ao grau de diferença esperado foi:

Padrao		Amostra 1		Amostra 2		Amostra 3
Cachaça A não envelhecida		Cachaça A não envelhecida		Cachaça B não envelhecida		Cachaça B envelhecida
P	=	PNe	<	Ne	<	E
(graus)		0	<	<	<	6

NOME: _____		Data: _____				
Por favor, prove a amostra padrão “P” e, em seguida, cada uma das 3 amostras codificadas, da esquerda para a direita, e avalie em termos gerais (aroma e sabor), quanto cada amostra se diferencia do padrão, utilizando a escala abaixo:						
0	1	2	3	4	5	6
nenhuma	levemente		moderadamente		extremamente	
diferença	diferente		diferente		diferente	
Amostras		Grau de diferença				
_____		_____				
_____		_____				
_____		_____				
Comentários: _____						

Figura 5. Ficha de avaliação do teste de diferença do controle.

4.2.3. Desenvolvimento da Terminologia Descritiva

O próximo passo da ADQ foi o desenvolvimento de uma linguagem comum para a avaliação das cachaças. Dessa forma, baseado no Método de Rede (MOSKOWITZ, 1983), os provadores avaliaram sensorialmente seis amostras de cachaça (3 envelhecidas e 3 sem envelhecer), apresentadas aos pares, em diferentes combinações. Utilizou-se 15 ml do produto, servido em taça de vidro transparente, em forma de tulipa, coberta com vidro de relógio e codificada com número aleatório de três dígitos. Solicitou-se que as similaridades e as diferenças entre as amostras que compunham os pares fossem descritas, o que gerou uma lista individual de termos (descritores), abrangendo as características de aparência, aroma e sabor da bebida (Figura 6). Após a avaliação de todas as amostras em pares, uma lista única de termos foi elaborada.

Sob a supervisão do analista sensorial (líder), os termos descritivos desenvolvidos por todos os provadores foram discutidos com a equipe sensorial e a lista consensual resultante foi utilizada na composição da Ficha de Avaliação.

Além de desenvolver os termos para descrever os produtos analisados, os provadores também elaboraram, de forma consensual, a descrição dos atributos e, com o auxílio do líder, estabeleceram materiais de referência e extremos de intensidades para os mesmos. Este procedimento é importante para a padronização da análise, ajudando a equipe a perceber de forma uniforme todas as características sensoriais dos produtos a serem avaliadas.

A função do líder da equipe sensorial foi facilitar a discussão e entendimento entre provadores, prover materiais de referência para a equipe, facilitar a definição

consensual de cada termo descritivo e, ao final, com a participação dos provadores, desenvolver a Ficha de Avaliação das amostras. Durante todas as etapas, a atuação do líder foi imparcial, não influenciando nas discussões.

Nome: _____	Data: _____
Por favor, observe, aspire e prove as duas amostras e indique em que elas são similares e em que são diferentes em relação a aparência, aroma e sabor.	
Amostras: _____	e _____
Aparência	
Aroma	
Sabor	
Comentários: _____	

Figura 6. Ficha utilizada na aplicação do método de rede para desenvolvimento de terminologia descritiva.

4.2.4. Treinamento e Seleção

Após a seleção consensual dos atributos e confecção da Ficha de Avaliação das amostras, houve um período de treinamento, no qual a equipe provou as referências para cada termo descritor e treinou a identificação e determinação da intensidade dos atributos em diferentes amostras de cachaça.

Na sequência, foi realizado o teste para a seleção dos provadores e dos atributos a serem avaliados, levando-se em consideração a relevância dos mesmos para a caracterização e diferenciação da bebida. Para tanto, a ficha de avaliação, com escalas de intensidade para os termos já definidos, foi empregada na análise de três cachaças, em triplicata.

As amostras (15ml) foram apresentadas de forma monádica, em taças de vidro transparente com forma de tulipa, cobertas com vidro de relógio e codificadas com número aleatório de três dígitos, para serem avaliadas pelos provadores.

Dentre os provadores que participaram desta fase foram selecionados aqueles que apresentaram as seguintes características: poder de discriminação entre as amostras, repetibilidade e concordância com a equipe, conforme sugerido por DAMÁSIO e COSTELL (1991).

A seleção referida foi realizada através da análise de variância – ANOVA (MINITAB, v.14) com duas fontes de variação (amostra e repetição) para cada atributo e cada provador. Gráficos relacionando a média da intensidade dos atributos e a análise individual dos provadores também foram utilizados para verificar a concordância da equipe.

Visando maior desenvolvimento da acuidade sensorial dos provadores, decidiu-se realizar um retreinamento com os materiais de referência e os extremos de intensidades para os atributos.

O desempenho da equipe então foi testado através da avaliação sensorial das 10 amostras de cachaça objetos de estudo deste projeto. Novamente 15 ml das amostras, apresentadas de forma monádica, em taças de vidro transparente em forma de tulipa, cobertas com vidro de relógio e codificadas com número aleatório de três dígitos, foram analisadas em triplicata, utilizando a ficha de análise descritiva.

Para a nova seleção, a fim de checar a presença de provadores com baixo poder de discriminação, empregou-se a análise de variância para cada atributo e cada provador, utilizando amostra como fontes de variação.

4.2.5. *Análise Descritiva Quantitativa das Amostras*

Após definida a equipe de provadores e a lista final de atributos, as 10 amostras de cachaça comerciais foram então avaliadas sensorialmente, de forma monádica, balanceada e conforme descrito previamente no teste de seleção, em triplicata. As amostras estudadas foram 5 cachaças não envelhecidas e 5 envelhecidas, englobando 7 marcas comerciais, já que 3 marcas foram estudadas nas versões envelhecida e sem envelhecer.

A avaliação dos dados sensoriais baseou-se nos seguintes testes: análise de variância multivariada - MANOVA, análise de variância simples - ANOVA (MINITAB v.14), análise de componentes principais - ACP (UNSCRAMBLER, v. 7.6), análise Procrustes generalizada - GPA, teste de média de Tukey, correlações (SENSTOOLS v. 2.0) e outras análises gráficas (histograma de correlação, gráfico aranha e gráfico de linhas) (Excel e Senstools).

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1. Recrutamento

Como resultado desta fase, foram obtidos 30 voluntários, 16 mulheres e 14 homens, com faixa de idade variando entre 22 e 45 anos, envolvendo técnicos e estudantes da Faculdade de Ciências Farmacêuticas, UNESP, Araraquara.

5.2. Pré-seleção

Através dos resultados do primeiro teste empregado nesta fase, a identificação dos gostos básicos, observou-se que nenhum dos candidatos apresentavam problemas graves na percepção destas sensações.

Considerando as soluções mais concentradas dos compostos, todos os candidatos avaliaram-nas corretamente. Com relação as soluções mais diluídas, alguns dos gostos foram identificados incorretamente. A maior parte dos erros foi resultante da confusão entre o gosto amargo e azedo/ácido, havendo também a classificação “neutro” para soluções diluídas de sacarose.

Entregou-se então a ficha de resultados corrigida (Figura 7) aos provadores e discutiu-se o desempenho dos mesmos individualmente. Assim, visando o esclarecimento e fixação da definição dos gostos básicos, os candidatos provaram amostras identificadas com as respectivas características sensoriais ao longo de uma a três sessões, dependendo da necessidade do provador. Para finalizar esta

etapa, o teste de identificação dos gostos básicos foi aplicado novamente, obtendo para todos os candidatos a caracterização correta de todos os gostos básicos.

Análise - Gostos Básicos (doce, ácido, amargo e salgado)									
Provador: <u>XXXXX</u>					Data: <u>dd/mm/aaa</u>				
Doce+	Doce-	Aci +	Aci ±	Aci -	Amar+	Amar-	Sal +	Sal -	Outros
✓	Outro	✓	✓	amargo	✓	✓	✓	outro	✓

Esta é a primeira etapa destinada à seleção e treinamento da equipe de provadores para o projeto em questão.

Você poderá realizar o teste novamente ou provar especificamente a(s) solução(ões) que julgou duvidosa(s), se houver necessidade.

O importante é que esteja seguro quanto ao reconhecimento dos gostos básicos.

Sua colaboração e empenho são fundamentais, obrigada!

Projeto de Mestrado – *Melina Maçatelli* (mmacatelli@hotmail.com)

Figura 7. Exemplo de ficha de resultados corrigida provida aos candidatos na etapa de identificação dos gostos básicos.

Dessa forma, foi possível garantir que todas as pessoas recrutadas não possuíam ageosia (inabilidade de detectar os gostos básicos), hipogeosia (diminuição da capacidade de detecção dos gostos básicos) ou disgeosia (distorção ou alteração dos gostos), problemas relacionados ao paladar que podem ser encontrados na população e que compõem critérios para exclusão de candidatos da equipe sensorial (WIKIPEDIA, 2005).

O próximo passo foi a familiarização dos candidatos com importantes aromas relativos à cachaça, além da prática de descrever, na forma verbal e escrita, as sensações percebidas.

Os aromas utilizados e a designação consensual determinada por esses provadores estão listados na Tabela 2.

Tabela 2. Compostos de referência e respectiva descrição consensual dos aromas.

Composto	Aroma
guaiacol	fumaça
geraniol	floral
ácido acético glacial	vinagre
diacetil	manteiga
caproato de etila	couro
vanilina	baunilha
maltol	caramelo
álcool etílico	álcool
solução alcoólica de chocolate	chocolate
extrato de carvalho	madeira

Durante a primeira apresentação das amostras os provadores demonstraram grande dificuldade para traduzir em palavras os aromas percebidos para cada composto. Eles reportaram que os aromas eram conhecidos, mas que era difícil descrevê-los. Com o andamento do experimento, através de discussões em grupo e esclarecimentos individuais, os provadores melhoraram seu desempenho, tanto na identificação e diferenciação de aromas, quanto na habilidade de descrever as sensações obtidas. Tal fato pode ser constatado pelo 100% de acerto obtido por

todos os candidatos na descrição dos aromas e também nas presença exclusiva de respostas “a” e “b” empregadas para o quesito “facilidade de reconhecimento” dos aromas (Figura 4).

O último experimento na fase de pré-seleção foi o teste de diferença do controle. Para a avaliação dos resultados, considerou-se a primeira repetição (Rep) como treinamento e adaptação ao teste. Desta forma, os critérios empregados para a seleção dos candidatos foram: maior proximidade da avaliação da amostras ao grau de diferença esperado durante a terceira repetição e depois, concordância entre as avaliações da amostra feitas nas repetições 2 e 3.

Assim, dos 23 provadores que completaram o teste, 17 apresentaram boa discriminação e reprodutibilidade nas avaliações, sendo estes chamados para o desenvolvimento da terminologia descritiva. Os candidatos excluídos nesta fase foram os codificados como A, C, J, Q, V, X (Tabela 3).

Tabela 3. Resultado do teste de ordenação, realizado em três sessões.

Amostra † Prov	PNe			Ne			e		
	Rep1	Rep2	Rep3	Rep1	Rep2	Rep3	Rep1	Rep2	Rep3
A *	5	1	5	6	4	4	6	5	4
B	2	2	2	0	4	3	4	5	4
C *	0	3	4	3	4	0	6	0	6
D	2	1	3	1	2	4	4	4	3
E	3	0	0	4	2	4	6	6	6
F	3	1	1	5	2	2	1	4	4
G	4	3	0	2	3	2	6	6	5
H	5	3	3	3	4	4	5	5	4
I	2	3	2	5	4	3	5	6	5
J *	2	3	2	6	2	5	6	5	4
K	0	0	0	3	2	1	6	5	6
L	0	0	0	2	2	2	6	6	6
M	3	3	3	4	4	2	6	6	6
N	2	1	0	1	2	2	6	5	5
O	2	2	0	3	0	2	5	5	6
P	4	1	1	2	3	3	3	5	5
Q *	4	1	5	3	4	1	3	2	3
R	4	1	1	3	1	3	6	6	6
S	2	3	2	4	2	4	6	5	6
T	2	1	1	2	5	2	3	4	4
U	2	5	1	4	3	4	6	5	5
V *	1	5	6	4	4	1	6	6	2
X *	2	2	4	6	5	6	4	4	5

(*) provadores que não apresentaram boa capacidade de discriminação entre as amostras e/ou reprodutibilidade.

† grau de diferença esperado: $P = PNe < Ne < e$

0 < < < 6

5.3. Desenvolvimento da Terminologia Descritiva

Com a equipe pré-selecionada, iniciou-se o desenvolvimento da terminologia descritiva através do Método de Rede. Os 17 provadores analisaram as 6 amostras de cachaça, sempre apresentadas aos pares, segundo a metodologia descrita.

A seguir, sob a supervisão do líder, a lista dos termos descritivos de cada provador foi discutida com toda a equipe sensorial e, de forma consensual, foi elaborada uma Ficha de Análise Descritiva. Os descritores selecionados foram listados acima de escalas não-estruturadas de 10 cm, ancoradas nos extremos esquerdo e direito com os termos “nenhum/fraco” e “forte”, respectivamente (Figura 8).

A discussão foi importante para esclarecer o vocabulário sensorial a ser utilizado, já que os termos relacionados com conceitos individuais dos provadores foram adequados, ao final, aos conceitos da equipe. Como exemplo pode-se citar o termo “tijolo”, que foi desmembrado nos termos “madeira” e “adstringente”, e o termo “abacaxi”, classificado posteriormente como “doce” e “cítrico”. Dessa forma, uma lista consensual com 13 termos foi formada.

Durante a discussão, os provadores também sugeriram materiais de referência e extremos de intensidades para os atributos, a fim de padronizar as análises, ajudando a equipe a perceber todas as características sensoriais das amostras e ancorar os extremos das escalas de intensidade (Tabela 4).

Nome: _____ Data: _____

Por favor, avalie a amostra de cachaça segundo sua aparência, depois o seu aroma e, após prová-la, o sabor da mesma, para os atributos abaixo, de acordo com as escalas dadas:

APARÊNCIA: Cor amarelo-ouro

	_____	_____
	Nenhum	Forte

AROMA: Alcoólico

	_____	_____
	Fraco	Forte

Pungente

	_____	_____
	Fraco	Forte

Adocicado

	_____	_____
	Nenhum	Forte

Madeira

	_____	_____
	Nenhum	Forte

Cítrico

	_____	_____
	Nenhum	Forte

SABOR: Alcoólico

	_____	_____
	Fraco	Forte

Pungente

	_____	_____
	Fraco	Forte

Adstringente

	_____	_____
	Fraco	Forte

Madeira

	_____	_____
	Nenhum	Forte

Adocicado

	_____	_____
	Nenhum	Forte

Cítrico

	_____	_____
	Nenhum	Forte

Amargo

	_____	_____
	Nenhum	Forte

Figura 8. Ficha de Avaliação das amostras de cachaça.

Tabela 4. Definições e referências para os termos descritores gerados consensualmente pela equipe sensorial.

TERMO DESCRITOR	DEFINIÇÃO	REFERÊNCIA
Aparência		
Cor amarelo-ouro	cor característica de corante caramelo	“nenhum”: água “forte”: solução aquosa de caramelo a 0,03%
Aroma		
Alcoólico	Aroma característico de etanol	“fraco”: solução aquosa de etanol a 25% (v/v) “forte”: solução aquosa de etanol a 55% (v/v)
Pungente	Sensação de ardor e queimação na cavidade nasal	“fraco”: solução aquosa de ácido fórmico a 3% (v/v) “forte”: solução aquosa de ácido fórmico a 5% (v/v)
Adocicado	descreve o aroma produzido por soluções aquosas de substâncias doces	“fraco”: solução aquosa de melaço a 0,10% (p/v) “forte”: solução aquosa de mel a 0,14% (p/v)
Madeira	aroma característico de solução alcoólica de carvalho	“nenhum”: água “forte”: extrato alcoólico de lascas de carvalho
Cítrico	aroma característico de frutas cítricas	“nenhum”: água “forte”: solução aquosa de bebida Schweppes Citrus a 85%, adicionada de 1% de óleo essencial de laranja (v/v)

Sabor		
Alcoólico	sabor característico de etanol	“fraco”: solução aquosa de etanol a 30% (v/v) “forte”: solução aquosa de etanol a 50% (v/v)
Pungente	Sensação de ardor/queimação na cavidade oral	“fraco”: água “forte”: água com gás Crystal
Adstringente	Sensação de secura na mucosa oral, semelhante àquela causada de forma intensa por certas frutas verdes, como o caqui e banana	“fraco”: água “forte”: solução aquosa de ácido tartárico a 0,3% (p/v)
Madeira	sabor associado ao aroma de carvalho	“nenhum”: água “forte”: carvalho embebido em solução alcoólica
Adocicado	o gosto produzido por soluções aquosas de substâncias doces	“nenhum”: água “forte”: solução aquosa de 3% de sacarose + 5% de mel (p/v)
Cítrico	sabor associado a frutas cítricas	“nenhum”: água “forte”: solução aquosa contendo 40% de bebida Schweppes Citrus, 20% de etanol (v/v) e 0,1% de ácido cítrico (p/v)
Amargo	gosto característico de substâncias amargas	“nenhum”: água “forte”: solução aquosa contendo 15% de etanol (v/v) e 0,06% de cafeína (p/v)

5.4. Treinamento e Seleção

Realizou-se o treinamento da equipe sensorial com as referências definidas almejando a padronização da definição dos atributos, assim como das faixas de intensidade para cada característica.

Na sequência, partiu-se para uma sessão de avaliação das amostras, utilizando a Ficha de Análise Descritiva (Figura 8). Assim, três amostras de cachaça (2 envelhecidas e 1 não envelhecida) foram analisadas, em triplicata.

Os resultados desta etapa proporcionaram a seleção dos provadores, com base na habilidade de discriminação entre amostras, repetibilidade e consenso com a equipe.

Primeiramente, analisando a capacidade de discriminação dos provadores, observou-se que alguns deles apresentaram grandes valores de $pF_{amostra}$. Geralmente na seleção usa-se como limite para $pF_{amostra}$ os valores máximos de 0,30 ou 0,50 (ASTM, 1981). Neste projeto, optou-se por utilizar o valor de $pF_{amostra} \leq 0,30$ como limite.

Outro aspecto considerado foi a repetibilidade das análises dos provadores de sessão para sessão, selecionando-se candidatos com maiores valores para o $pF_{repetição}$ ($p \geq 0,05$), pois é desejável que não haja diferença significativa entre as sessões (ASTM, 1981).

As Tabelas 5 e 6 contém, respectivamente, os valores de $pF_{amostra}$ e $pF_{repetição}$ da análise de variância para os candidatos, por atributo. Dos 17 provadores

participantes da fase de determinação dos termos descritivos, 2 tiveram problemas pessoais portanto apenas 15 completaram as análises da etapa de seleção.

A análise da Tabela 5 possibilitou a constatação imediata de que o atributo *aroma cítrico* não foi um bom descritor para as amostras de cachaça, já que para o total de 15 provadores, 11 apresentaram valores de $pF_{amostra} \geq 0,30$, que é o valor limite usado neste estudo. Uma vez que este descritor apresentou-se incapaz de mostrar diferenças significativas entre as amostras para 73% dos casos, decidiu-se retirá-lo da ficha de avaliação a ser utilizada na próxima etapa do experimento.

Tabela 5. Valores de $pF_{amostra}$ de cada provador em relação a cada atributo.(*) $pF > 0,30$

Prov	Cor	Aalc	Apun	Aado	Amad	Acit	Salc	Spun	Sads	Smad	Sado	Scit	Sama
1	0.002	0.316*	0.157	0.005	0.007	0.613*	0.343*	0.068	0.750*	0.374*	0.733*	0.300*	0.178
2	0.004	0.087	0.068	0.589*	0.010	0.342*	0.776*	0.886*	0.857*	0.465*	0.325*	0.848*	0.240
3	0.001	0.011	0.165	0.006	0.003	0.162	0.068	0.315*	0.311*	0.000	0.238	0.150	0.010
4	0.001	0.216	0.137	0.799*	0.008	0.576*	0.554*	0.304*	0.256	0.001	0.509*	0.156	0.163
5	0.001	0.013	0.092	0.264	0.165	0.809*	0.011	0.326*	0.062	0.126	0.444*	0.444*	0.329*
6	0.001	0.001	0.058	0.024	0.003	0.110	0.153	0.254	0.261	0.001	0.194	0.019	0.001
7	0.000	0.152	0.197	0.092	0.001	0.584*	0.472*	0.516*	0.616*	0.333*	0.180	0.814*	0.227
8	0.001	0.165	0.525*	0.140	0.002	0.321*	0.913*	0.525*	0.315*	0.011	0.135	0.319*	0.224
9	0.001	0.036	0.185	0.095	0.000	0.012	0.105	0.091	0.046	0.004	0.423*	0.089	0.062
10	0.001	0.513*	0.765*	0.362*	0.031	0.775*	0.390*	0.311*	0.620*	0.092	0.444*	0.289	0.638*
11	0.003	0.249	0.167	0.076	0.005	0.567*	0.640*	0.646*	0.080	0.024	0.585*	0.438*	0.333*
12	0.001	0.457*	0.432*	0.503*	0.123	0.561*	0.698*	0.682*	0.515*	0.300	0.013	0.266	0.117
13	0.001	0.011	0.037	0.075	0.001	0.009	0.025	0.051	0.013	0.003	0.301*	0.065	0.049
14	0.001	0.508*	0.351*	0.392*	0.076	0.320*	0.939*	0.760*	0.435*	0.010	0.450*	0.351*	0.710*
15	0.001	0.004	0.044	0.236	0.046	0.596*	0.008	0.187	0.005	0.071	0.253	0.154	0.729*

Codificação usada para os atributos:

Cor = Cor amarelo-ouro	Acit = Aroma cítrico	Smad = Sabor madeira
Aalc = Aroma alcoólico	Salc = Sabor alcoólico	Sado = Sabor adocicado
Apun = Aroma pungente	Spun = Sabor pungente	Scit = Sabor cítrico
Aado = Aroma adocicado	Sads = Sabor adstringente	Sama = Gosto amargo
Amad = Aroma Madeira		

Tabela 6. Valores de $pF_{\text{repetição}}$ de cada provador em relação a cada atributo.(*) $pF < 0,05$

Prov	Cor	Aalc	Apun	Aado	Amad	Acit	Salc	Spun	Sads	Smad	Sado	Scit	Sama
1	0.259	0.072	0.215	0.012*	0.457	0.503	0.322	0.099	0.177	0.579	0.722	0.682	0.511
2	0.284	0.332	0.388	0.380	0.488	0.189	0.174	0.529	0.386	0.264	0.191	0.066	0.059
3	0.146	0.313	0.349	0.155	0.885	0.109	0.038*	0.412	0.155	0.395	0.436	0.464	0.235
4	0.614	0.160	0.889	0.768	0.818	0.687	0.243	0.770	0.913	0.972	0.255	0.988	0.298
5	0.475	0.143	0.519	0.605	0.441	0.766	0.113	0.892	0.203	0.262	0.444	0.444	0.121
6	0.121	0.155	0.363	0.361	0.708	0.119	0.144	0.417	0.243	0.248	0.431	0.242	0.155
7	0.803	0.363	0.341	0.594	0.150	0.913	0.245	0.446	0.789	0.576	0.230	0.642	0.388
8	0.213	0.654	0.219	0.293	0.945	0.805	0.704	0.692	0.331	0.477	0.160	0.959	0.642
9	0.711	0.383	0.743	0.891	0.601	0.461	0.754	0.726	0.107	0.041	0.713	0.827	0.149
10	0.177	0.072	0.602	0.507	0.700	0.435	0.284	0.450	0.361	0.241	0.305	0.101	0.325
11	0.662	0.433	0.371	0.579	0.276	0.094	0.694	0.878	0.344	0.265	0.525	0.056	0.488
12	0.672	0.260	0.198	0.262	0.503	0.551	0.818	0.627	0.478	0.676	0.021	0.319	0.081
13	0.411	0.216	0.619	0.810	0.767	0.490	0.964	0.699	0.098	0.052	0.737	0.558	0.261
14	0.214	0.988	0.826	0.794	0.657	0.161	0.461	0.568	0.675	0.311	0.882	0.268	0.430
15	0.537	0.158	0.634	0.409	0.542	0.539	0.079	0.829	0.087	0.563	0.311	0.114	0.525

Codificação usada para os atributos:

Cor = Cor amarelo-ouro	Acit = Aroma cítrico	Smad = Sabor madeira
Aalc = Aroma alcoólico	Salc = Sabor alcoólico	Sado = Sabor adocicado
Apun = Aroma pungente	Spun = Sabor pungente	Scit = Sabor cítrico
Aado = Aroma adocicado	Sads = Sabor adstringente	Sama = Gosto amargo
Amad = Aroma Madeira		

Analisando agora o desempenho dos provadores com relação aos atributos restantes, observa-se que os provadores 14, 10 e 2 foram os que apresentaram maior quantidade de valores de $pF_{amostra}$ acima do limite estipulado (em 9, 8 e 7 dos 12 atributos avaliados, respectivamente).

Considerando agora a repetibilidade dos resultados, a Tabela 6 mostra que apenas dois valores de $pF_{repetição}$ foram menores que 0,05, demonstrando que a análise dos candidatos não foi significativamente diferente entre as sessões, a um nível de significância de 5%, isto é, a equipe mostrou boa repetibilidade.

Com base nesses dados, o critério primordial que possibilitou a seleção dos candidatos foi baseado nos valores de $pF_{amostra}$ apresentados pelos candidatos. Decidiu-se então excluir da equipe sensorial, os provadores 2, 10 e 14, por estes apresentarem menor capacidade de diferenciação entre as amostras de cachaça empregadas.

Outro critério considerado na seleção dos provadores foi a concordância com a equipe sensorial. A análise do gráfico de cada atributo contribuiu para mostrar, no geral, a concordância na classificação das amostras entre os indivíduos, com possíveis inferências sobre o desempenho dos provadores e a adequação do atributo ao teste (Figuras 9a a 9g).

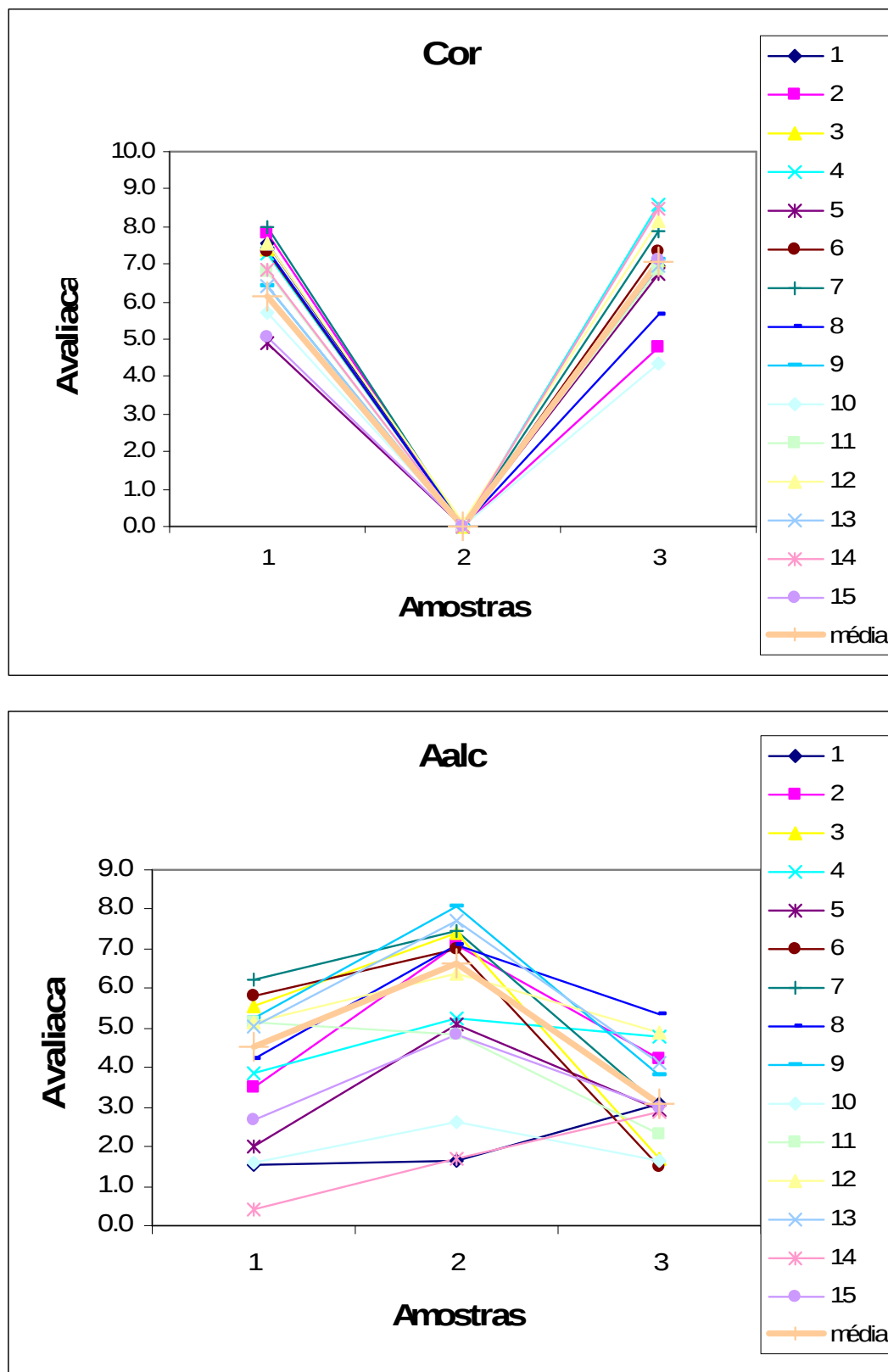


Figura 9a. Gráficos das avaliações sensoriais individuais dos provadores (1 a 15) e da equipe (média), para as três amostras avaliadas na etapa de seleção. Atributos: Cor e Aroma Alcoólico.

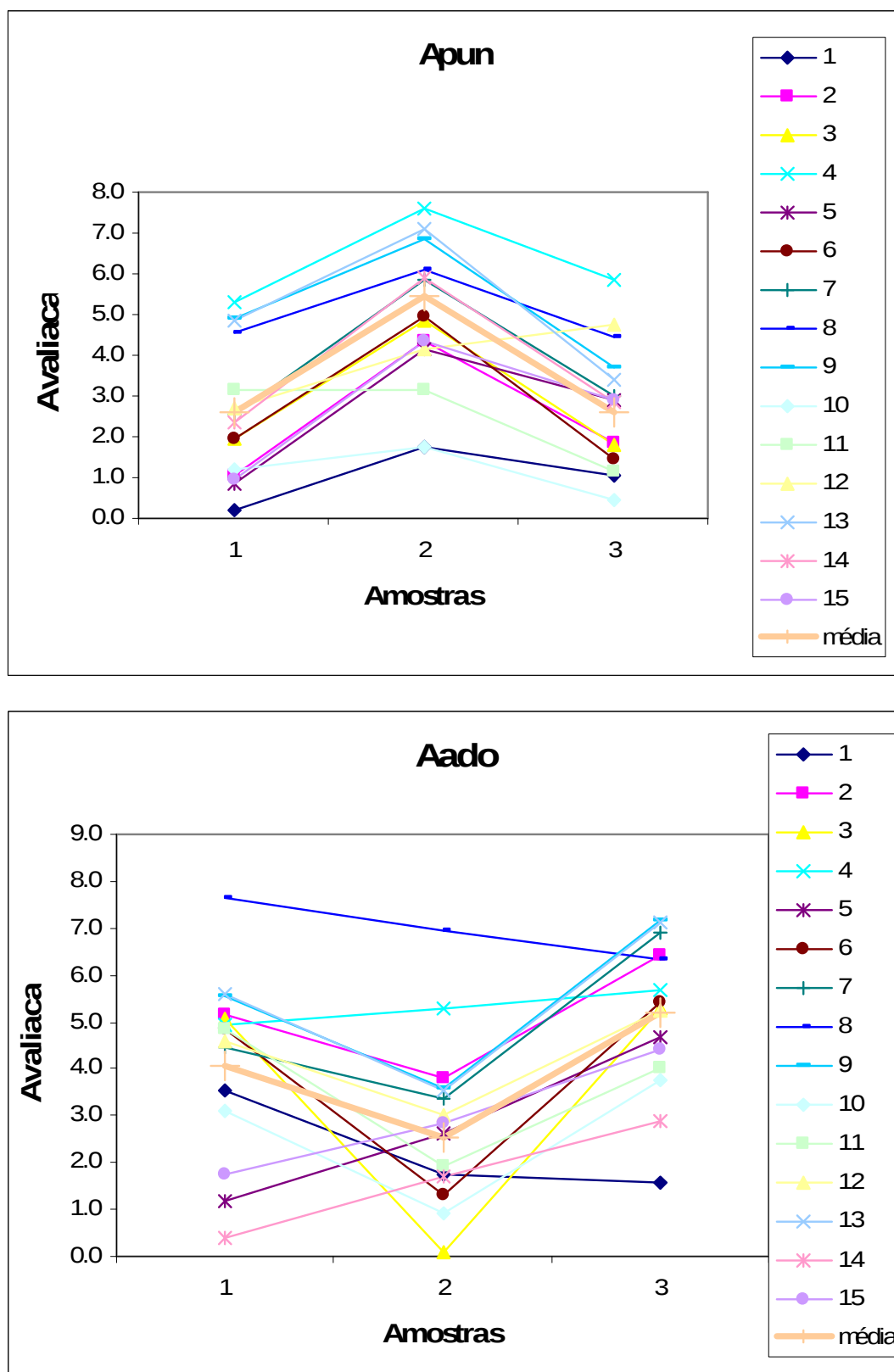


Figura 9b. Gráficos das avaliações sensoriais individuais dos provadores (1 a 15) e da equipe (média), para as três amostras avaliadas na etapa de seleção. Atributos: Aroma Pungente e Aroma Adocicado.

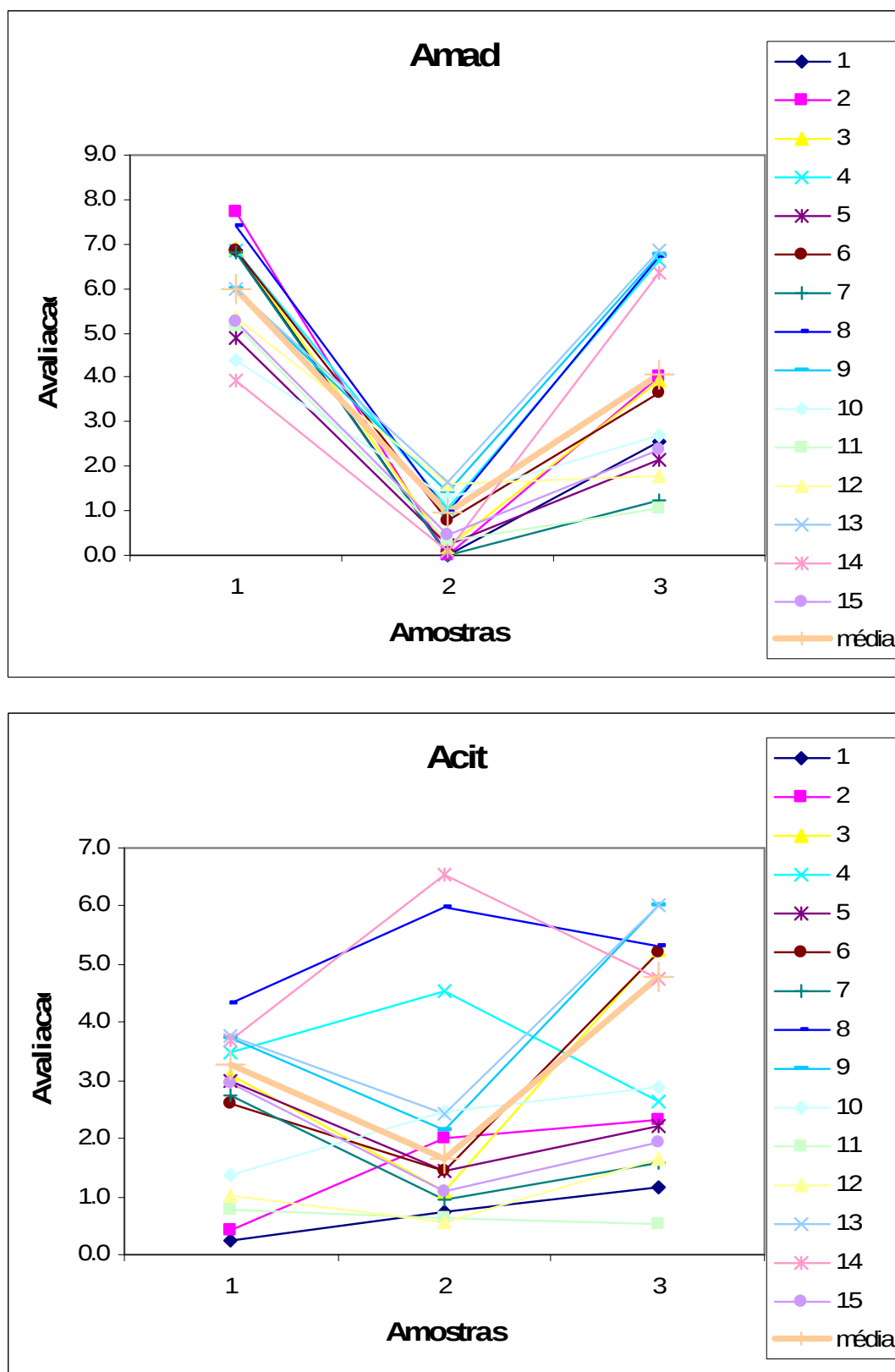


Figura 9c. Gráficos das avaliações sensoriais individuais dos provadores (1 a 15) e da equipe (média), para as três amostras avaliadas na etapa de seleção. Atributos: Aroma Madeira e Aroma Cítrico.

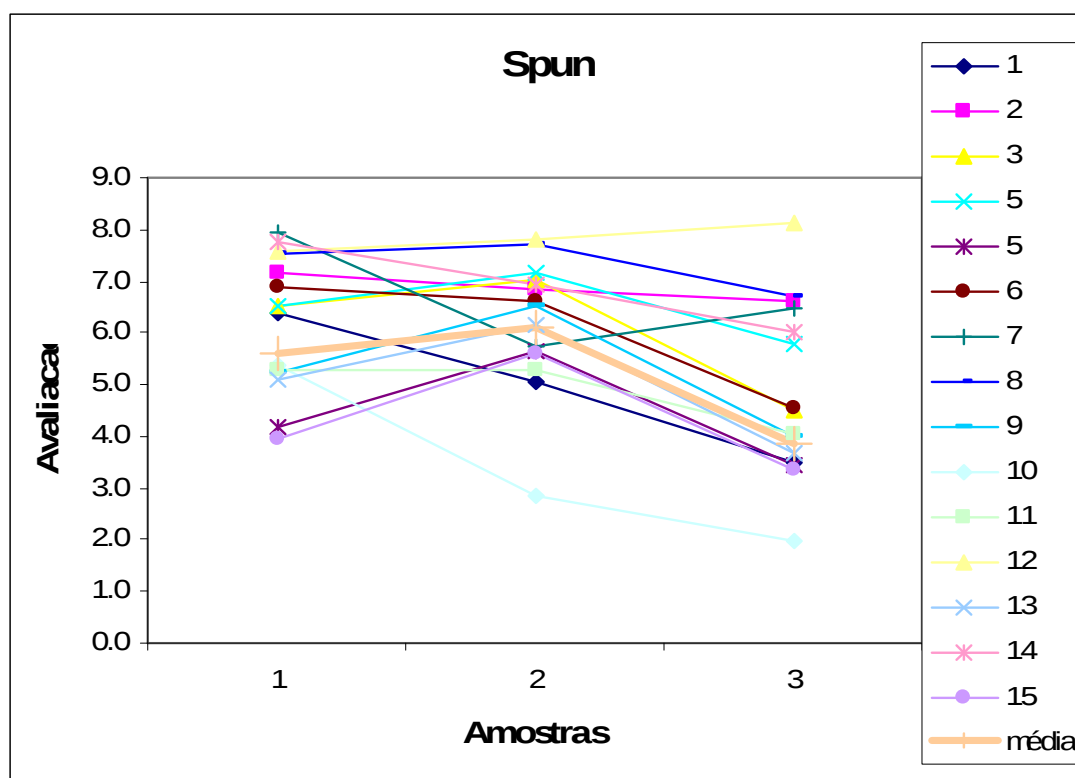
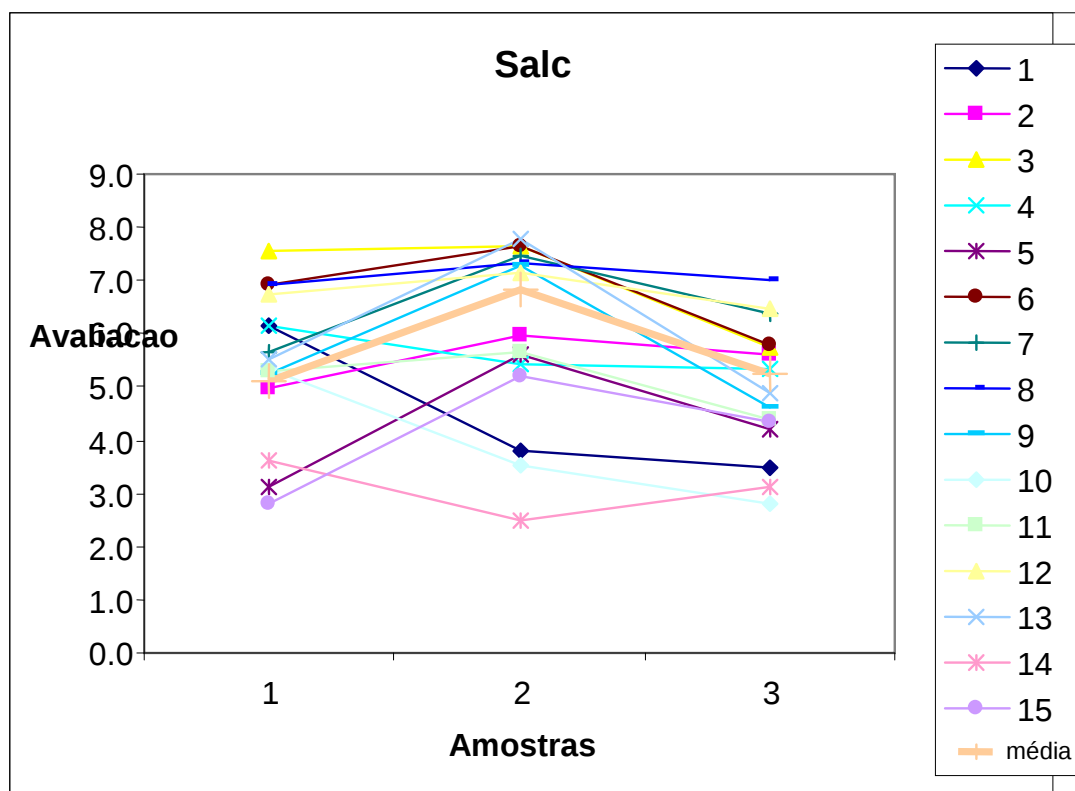


Figura 9d. Gráficos das avaliações sensoriais individuais dos provadores (1 a 15) e da equipe (média), para as três amostras avaliadas na etapa de seleção. Atributos: Sabor Alcoólico e Sabor Pungente.

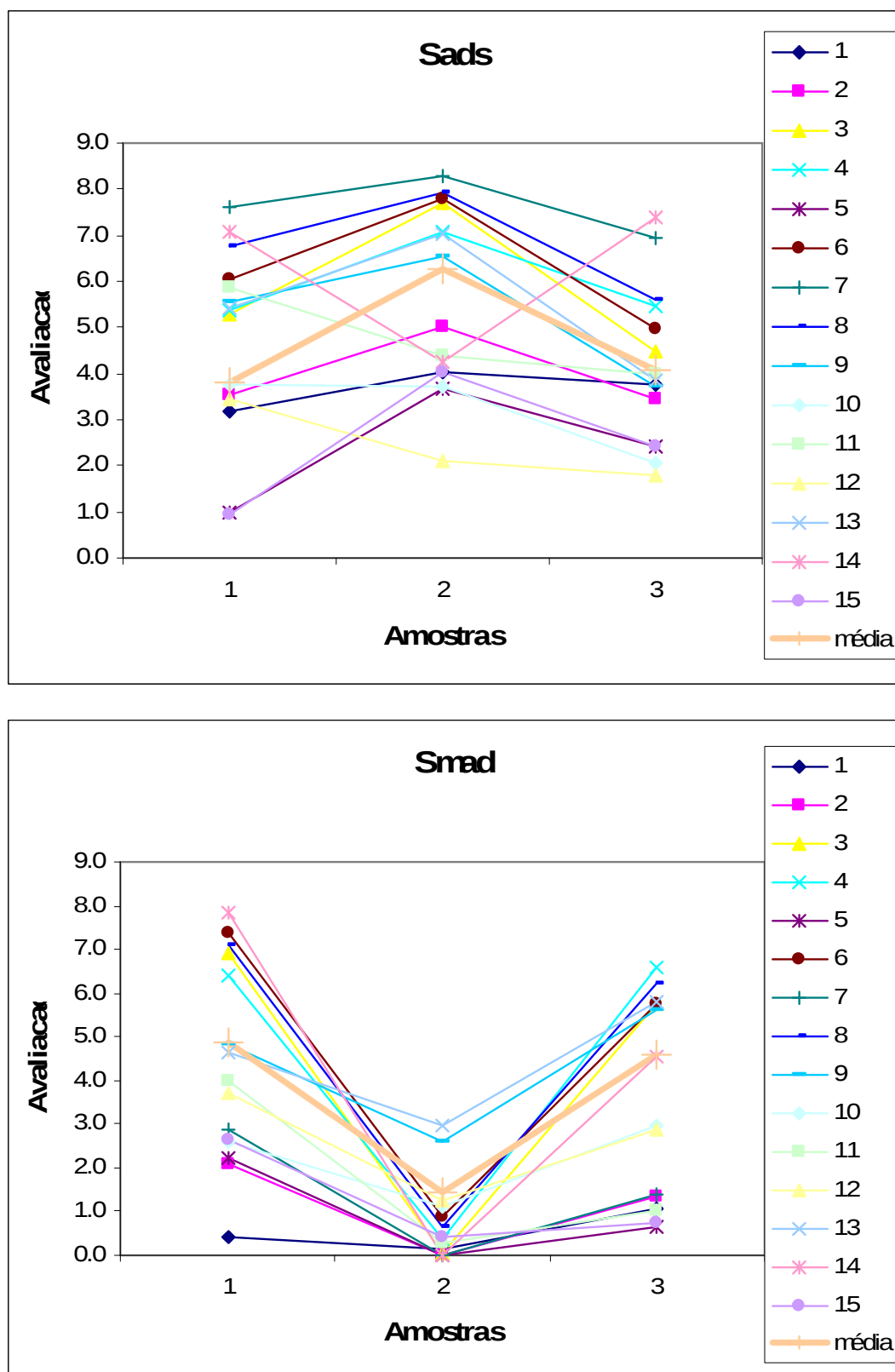


Figura 9e. Gráficos das avaliações sensoriais individuais dos provadores (1 a 15) e da equipe (média), para as três amostras avaliadas na etapa de seleção. Atributos: Sabor Adstringente e Sabor Madeira.

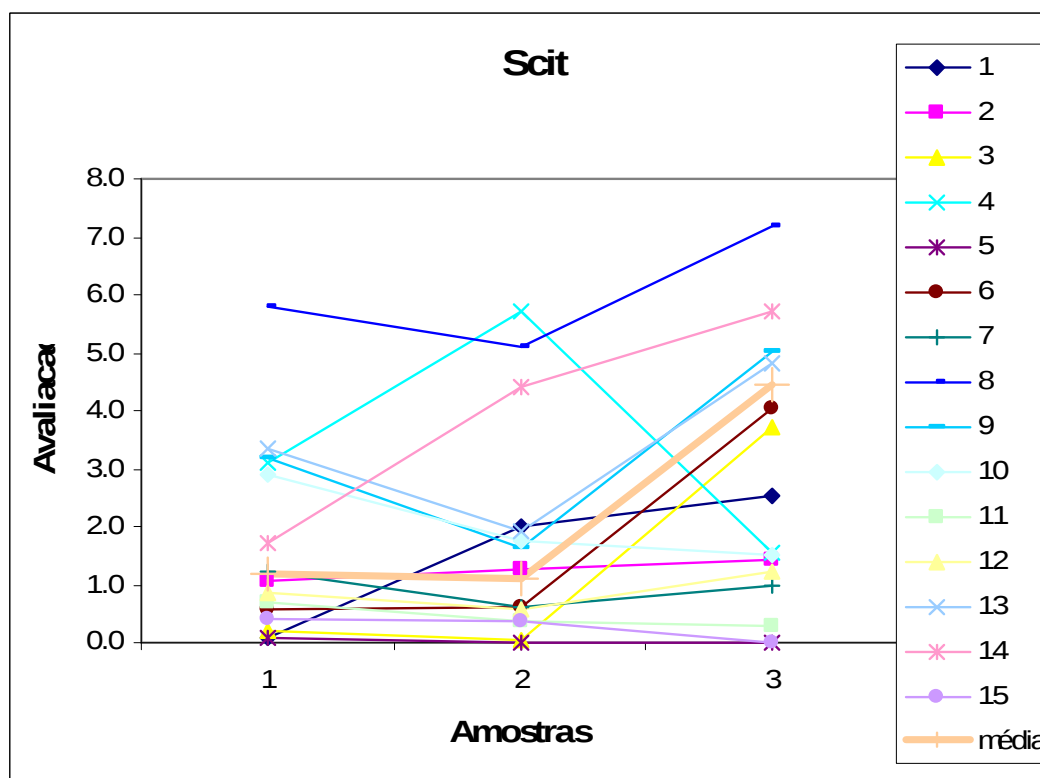
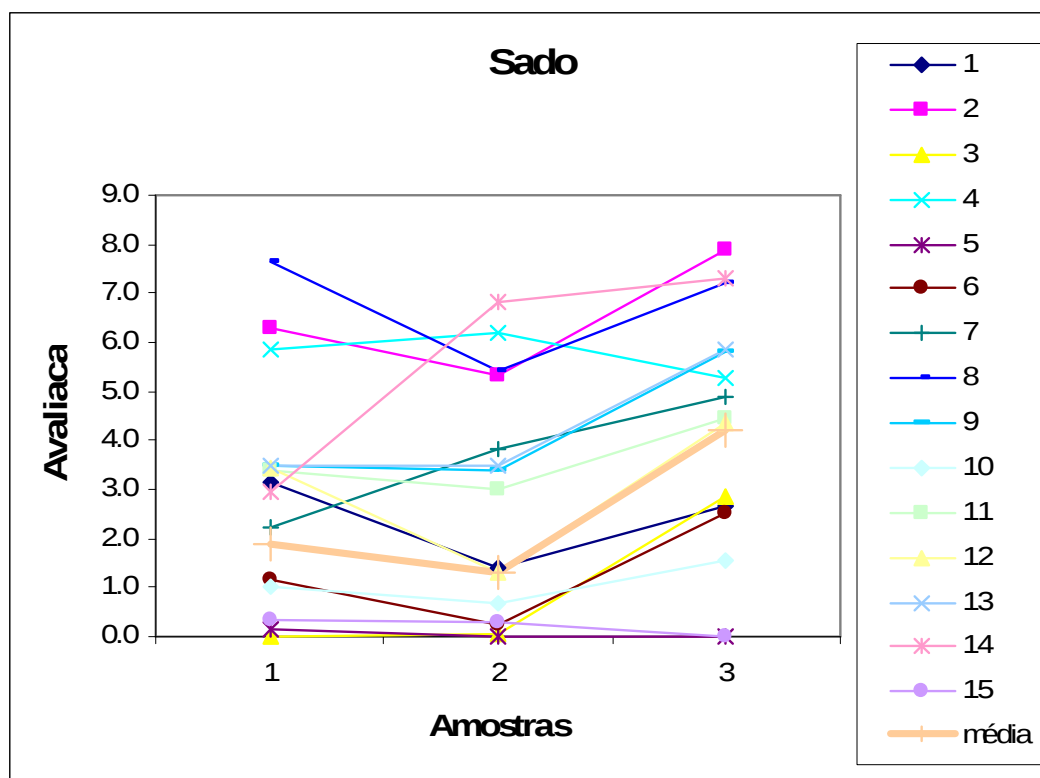


Figura 9f. Gráficos das avaliações sensoriais individuais dos provadores (1 a 15) e da equipe (média), para as três amostras avaliadas na etapa de seleção. Atributos: Sabor Adocicado e Sabor Cítrico.

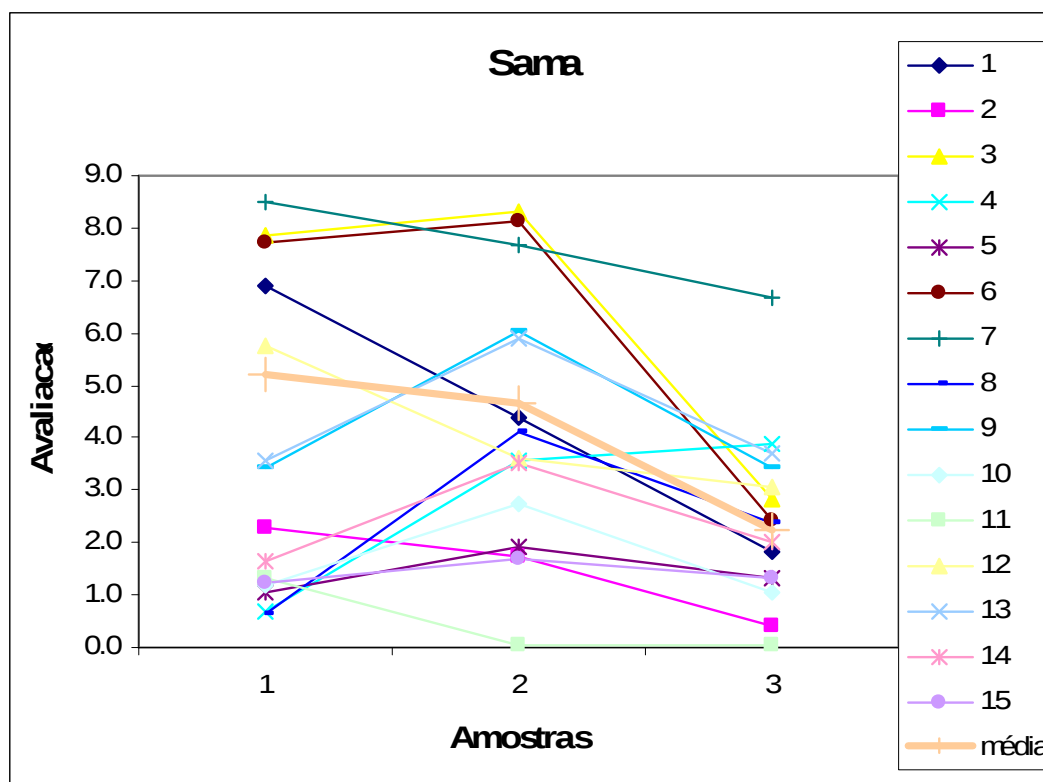


Figura 9g. Gráfico das avaliações sensoriais individuais dos provadores (1 a 15) e da equipe (média), para as três amostras avaliadas na etapa de seleção. Atributos: Gosto Amargo.

Pode-se observar novamente que o atributo *aroma cítrico* apresenta-se inadequado para a análise das amostras, já que há um grande nível de discondância na análise dos provadores (Figura 9c). A média das notas dadas pela equipe considera a amostra 2 como sendo a com menor *aroma cítrico*, embora houvesse provadores (4, 8 e 14) que consideraram esta como a amostra mais forte neste atributo.

Para os atributos *cor* (Figura 9a), *aroma madeira* (Figura 9c) e *sabor madeira* (Figura 9e) houve total concordância na classificação da intensidade mínima na amostra 2, uma vez que esta era a única cachaça não envelhecida. *Aroma pungente*

também pode ser relacionado com a cachaça não envelhecida (amostra 2), sendo esta classificada como mais pungente por 10 dos 12 provadores (Figura 9b).

Os atributos *aroma alcoólico* (Figura 9a), *sabor alcoólico* (Figura 9d) e *sabor adstringente* (Figura 9e) foram mais intensos na amostra 2 na avaliação da maioria dos provadores. No caso do atributo *aroma alcoólico*, discordaram desta classificação os provadores 1, 11 e 14. Para o atributo *sabor alcoólico*, os provadores 1, 4, 10, 14 classificaram a amostra 2 como possuindo intensidade intermediária e, para o atributo *sabor adstringente*, discordaram dos resultados os provadores 11, 12 e 14.

Para o *aroma adocicado*, nove provadores classificaram a amostra 3 como possuindo maior intensidade deste atributo, seguida pela amostra 1 e amostra 2 (cachaça não envelhecida) (Figura 9b). Mas quatro provadores (4, 5, 14, 15) definiram como crescente a intensidade do *aroma adocicado*, ou seja, da amostra 1 para a 3, além de dois provadores (8 e 1) que contrariamente consideraram decrescente a intensidade deste atributo, para a mesma sequência citada. *Sabor adocicado* foi outro atributo que também apresentou boa concordância entre os indivíduos, sendo para estes a amostra 2 a considerada menos doce. Apresentaram avaliações diferentes os provadores 4, 7, 14 e 15 (Figura 9f).

Para dois dos atributos, os provadores se dividiram quase igualmente em dois grupos de acordo com as suas análises. Os grupos classificaram a amostra 1 ou a 2 como a com maior *sabor pungente*, com exceção do provador 12 que atribuiu à amostra 3 (Figura 9d). Com relação ao *gosto amargo*, um grupo considerou que a amostra 1 e outro que a amostra 3 era a menos amarga (Figura 9g).

Finalmente, para o *sabor cítrico*, mais da metade dos provadores consideraram as amostras 1 e 2 semelhantes com relação a intensidade deste atributo, e quase a totalidade dos indivíduos classificou a amostra 3 como a que possuía maior sabor cítrico (Figura 9f).

Como pode-se constatar, a análise dos gráficos (Figura 9a e 9g) possibilita a observação da existência de diferentes padrões de avaliação utilizados pelos indivíduos, mostrando que, para alguns atributos, os provadores podem ser agrupados de acordo com sua percepção pessoal da amostra. Com esta análise justifica-se mais uma vez a exclusão do provador 14, já que este mostrou-se várias vezes em contradição com a maioria dos indivíduos.

Na sequência, o desempenho da equipe foi reavaliado após uma nova sessão de treinamento, agora considerando as 10 amostras de cachaça. A Tabela 7 contém os valores de $pF_{amostra}$ da análise de variância para os candidatos, por atributo sensorial. Uma vez que desejava-se estabelecer um maior nível de discriminação para a equipe, o limite utilizado nesta etapa foi $pF_{amostra} \leq 0,05$. Dessa forma, obteve-se uma melhora significativa no poder de discriminação dos provadores, embora vários valores de $pF_{amostra}$ para os provadores 7 e 12 excedessem o limite estipulado, sendo estes provadores então excluídos da equipe sensorial.

Tabela 7. Valores de $pF_{amostra}$ de cada provador em relação a cada atributo.(*) $pF > 0,05$

Prov	Cor	Aalc	Apun	Aado	Amad	Salc	Spun	Sads	Smad	Sado	Scit	Sama
1	0,001	0,010	0,007	0,681*	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,073*	0,048	0,001
2	0,001	0,004	0,030	0,188*	0,001	0,034	0,311*	0,028	0,001	0,112*	0,238*	0,001
3	0,001	0,005	0,001	0,001	0,001	0,051*	0,017	0,002	0,001	0,001	0,017	0,001
4	0,001	0,368*	0,127*	0,162*	0,001	0,308*	0,002	0,196*	0,001	0,001	0,004	0,291*
5	0,001	0,001	0,014	0,088*	0,001	0,003	0,264*	0,005	0,001	0,105*	0,004	0,008
6	0,001	0,003	0,044	0,002	0,025	0,025	0,008	0,621*	0,057*	0,030	0,381*	0,264*
7	0,001	0,311*	0,032	0,675*	0,001	0,411*	0,044	0,320*	0,001	0,453*	0,749*	0,510*
8	0,001	0,001	0,001	0,392*	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,408*	0,191*	0,001
9	0,001	0,001	0,003	0,001	0,001	0,004	0,001	0,008	0,001	0,001	0,001	0,001
10	0,001	0,001	0,624*	0,260*	0,001	0,051*	0,002	0,010	0,001	0,024	0,026	0,001
11	0,001	0,004	0,036	0,037	0,001	0,031	0,002	0,031	0,001	0,786*	0,889*	0,001
12	0,001	0,257*	0,866*	0,072*	0,001	0,472*	0,440*	0,057*	0,001	0,354*	0,049	0,521*

Codificação usada para os atributos:

Cor = Cor amarelo-ouro	Amad = Aroma madeira	Smad = Sabor madeira
Aalc = Aroma alcoólico	Salc = Sabor alcoólico	Sado = Sabor adocicado
Apun = Aroma pungente	Spun = Sabor pungente	Scit = Sabor cítrico
Aado = Aroma adocicado	Sads = Sabor adstringente	Sama = Sabor amargo

5.5. Análise Descritiva Quantitativa das Amostras

Finalmente, durante a última etapa da Análise Descritiva Quantitativa (ADQ), as 10 amostras de cachaças comerciais foram avaliadas pela equipe sensorial (10 provadores), em triplicata. As amostras foram analisadas considerando-se 12 atributos, que englobaram aparência, aroma e sabor.

Na apresentação dos resultados utilizou-se a codificação das amostras e dos atributos que pode ser vista nas Tabelas 8 e 9.

Tabela 8. Codificação e identificação das amostras de cachaça.

Cachaças Não Envelhecidas		Cachaças Envelhecidas	
CÓDIGOS	AMOSTRA	CÓDIGOS	AMOSTRA
1	Marca A	6	Marca F
2	Marca B	7	Marca G
3	Marca C	8	Marca C
4	Marca D	9	Marca D
5	Marca E	10	Marca E

Tabela 9. Codificação e identificação dos atributos sensoriais.

CÓDIGO	ATRIBUTO
Cor	Cor
Aalc	Aroma alcoólico
Apun	Aroma pungente
Aado	Aroma adocicado
Amad	Aroma madeira
Salc	Sabor alcoólico
Spun	Sabor pungente
Sads	Sabor adstringente
Smad	Sabor madeira
Sado	Sabor adocicado
Scit	Sabor cítrico
Sama	Gosto amargo

Primeiramente, a influência dos fatores de variação sob o conjuntos de respostas (atributos sensoriais) como um todo foi avaliada via MANOVA, sendo os seguintes fatores analisados no teste: amostras, provadores, repetições e interação entre amostras e provadores.

Os valores de p_F obtidos para amostra, provadores e interação amostra-provador foram altamente significativos ($p < 0,001$), o que indica a detecção de diferença significativa entre as amostras e também na forma que os provadores analisaram-nas. Por outro lado, o $p_{F_{\text{repetição}}}$ não foi significativo ($p = 0,224$), mostrando que as avaliações dos provadores não variaram significativamente em diferentes sessões, ou seja, as análises foram reprodutíveis.

Assim, analisou-se posteriormente o desempenho da equipe como um todo. Levando-se em conta cada atributo isoladamente, ANOVAs foram realizadas considerando amostras e provadores como fontes de variação. A Tabela 10 mostra os valores de $pF_{amostra}$, $pF_{provador}$ e pF da interação amostra-provador, para cada termo descritor.

Como pode-se observar, todos os valores de $pF_{amostra}$ foram altamente significativos ($p < 0,001$), o que mostra que os provadores identificaram diferenças sensoriais significativas entre pelo menos duas das amostras testadas (Tabela 10).

Tabela 10. Valores de pF da equipe em relação a cada atributo.

	$pF_{amostra}^1$	$pF_{provador}^2$	$pF_{amostra*provador}^3$
Cor	***	0.997	***
Aalc	***	***	***
Apun	***	***	***
Aado	***	***	***
Amad	***	0,399	***
Salc	***	***	***
Spun	***	***	***
Sads	***	***	***
Smad	***	0,173	***
Sado	***	***	***
Scit	***	***	***
Sama	***	0.058	***

(***) $pF < 0,05$

¹ $pF_{amostra}$ ² $pF_{provador}$ ³ $pF_{interação amostra-provador}$

Com relação aos valores de pF_{provador} , estes não foram significativos ($p > 0,05$) para os atributos *cor*, *aroma madeira*, *sabor mandeira* e *sabor amargo*, indicando que os provadores utilizaram o mesmo padrão para classificar sensorialmente as amostras. Por outro lado, para os atributos restantes, os valores de pF_{provador} se revelaram altamente significativos ($p < 0,001$), indicando que apesar do treinamento os provadores usaram diferentes porções da escala para expressar a sensação provocada por uma mesma amostra. Este comportamento é comum em testes descritivos e é difícil de ser evitado em análises sensoriais (MEILGAARD *et al.*, 1987; STONE; SIDEL, 1993). Neste caso, a observação do pF da interação entre amostra e provador para estes atributos deve ser feita. A presença de valores de $pF_{\text{amostra*provador}}$ significativos ($p < 0,001$), representa uma indicação de que, na equipe sensorial, pelo menos um provador está avaliando as amostras de forma não consensual com a equipe. Assim, em gráficos individuais para os descritores sensoriais, plotou-se as médias de intensidade dos atributos para cada provador e cada amostra, adicionando-se também a média das avaliações da equipe como um todo (Figuras 10a a 10f). Percebe-se, no entanto, que a análise da concordância ou a gravidade da discordância dos provadores entre si não está bem clara nestes gráficos embora, no geral, pode-se observar a tendência da avaliação na intensidade dos atributos.

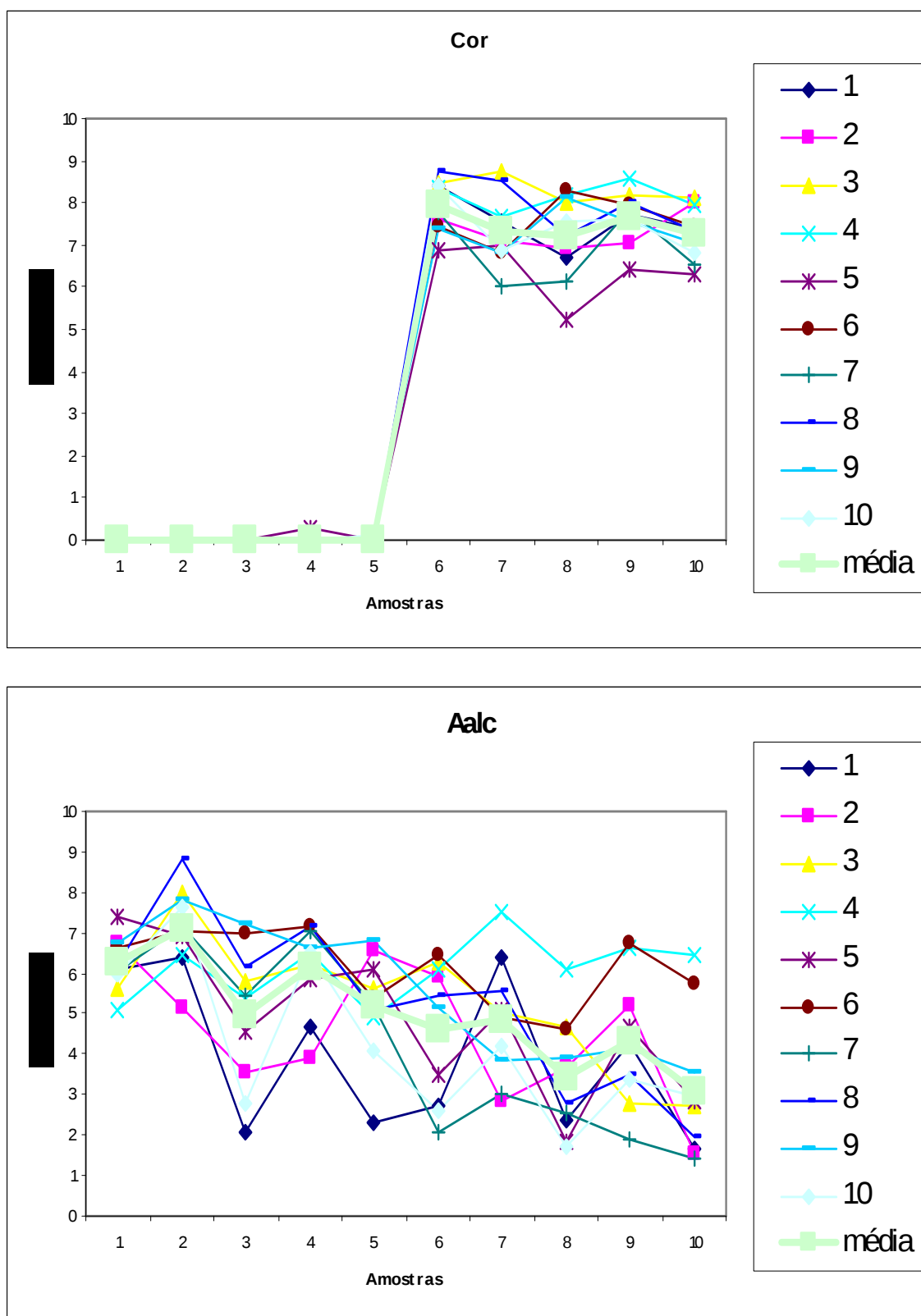


Figura 10a. Gráfico das avaliações sensoriais individuais dos provadores (1 a 10) e da equipe (média), para as amostras avaliadas.

Atributos: Cor e Aroma Alcoólico.

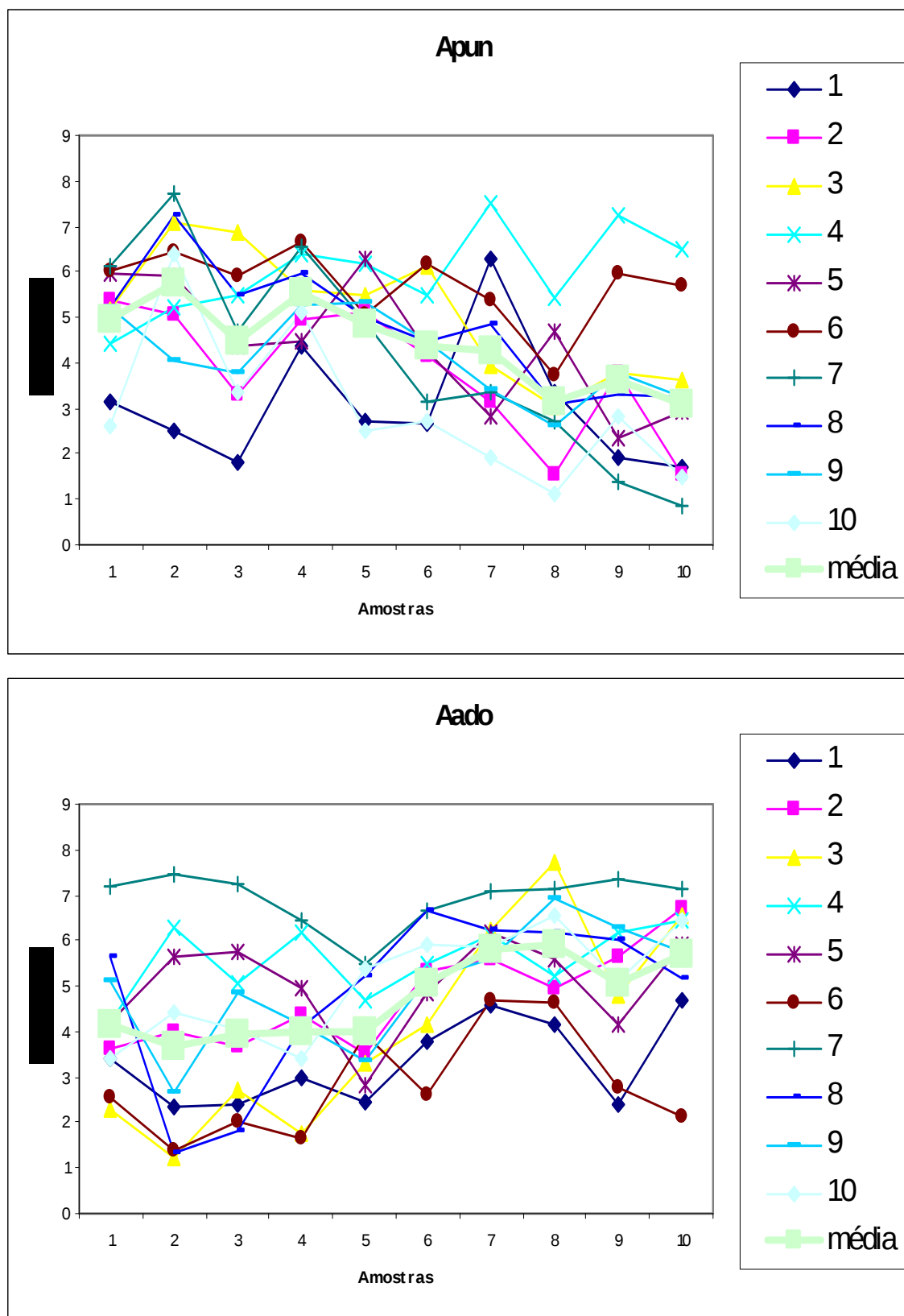


Figura 10b. Gráfico das avaliações sensoriais individuais dos provadores (1 a 10) e da equipe (média), para as amostras avaliadas.

Atributos: Aroma Pungente e Aroma Adocicado.

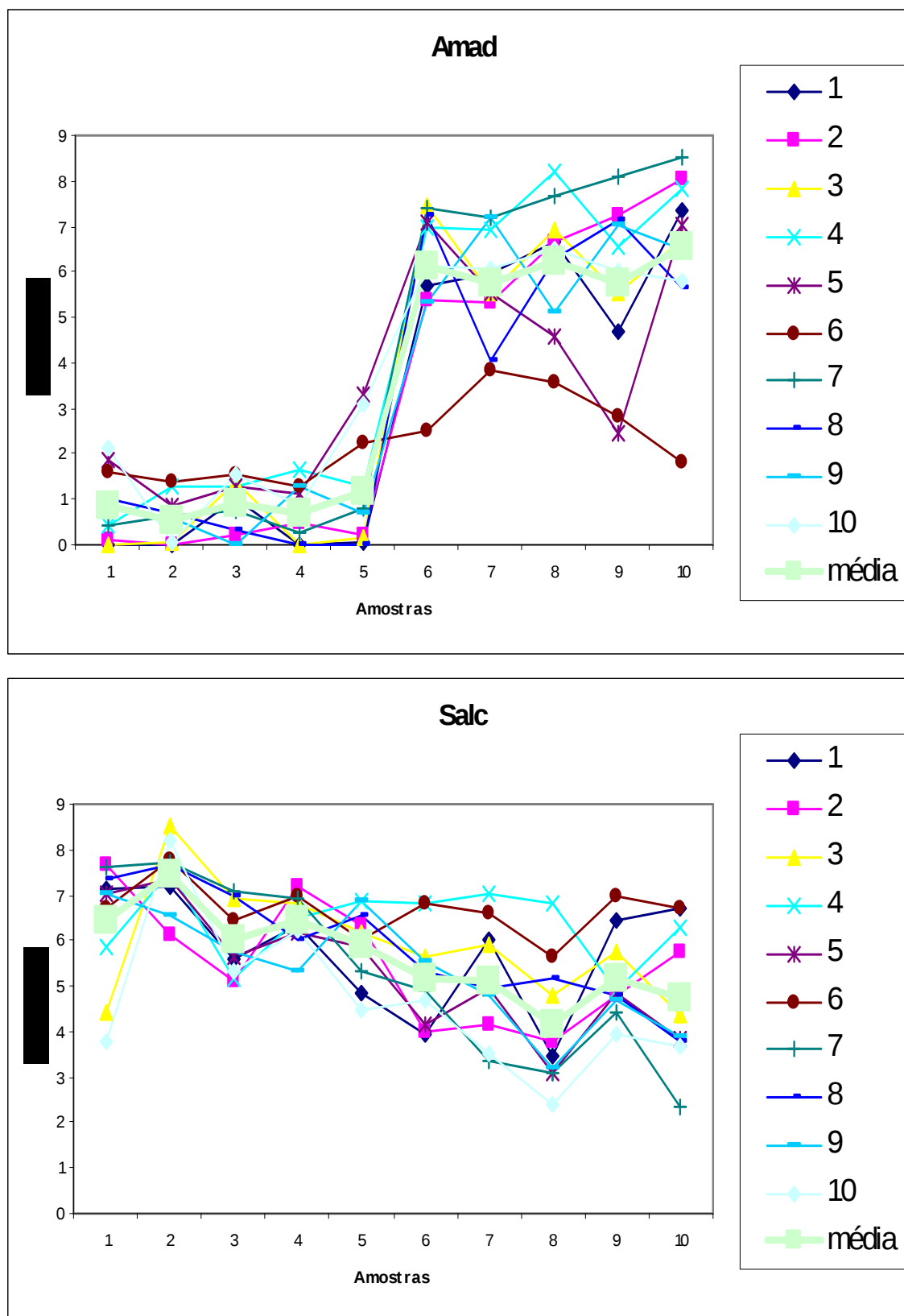


Figura 10c. Gráfico das avaliações sensoriais individuais dos provadores (1 a 10) e da equipe (média), para as amostras avaliadas.

Atributos: Aroma Madeira e Sabor Alcoólico.

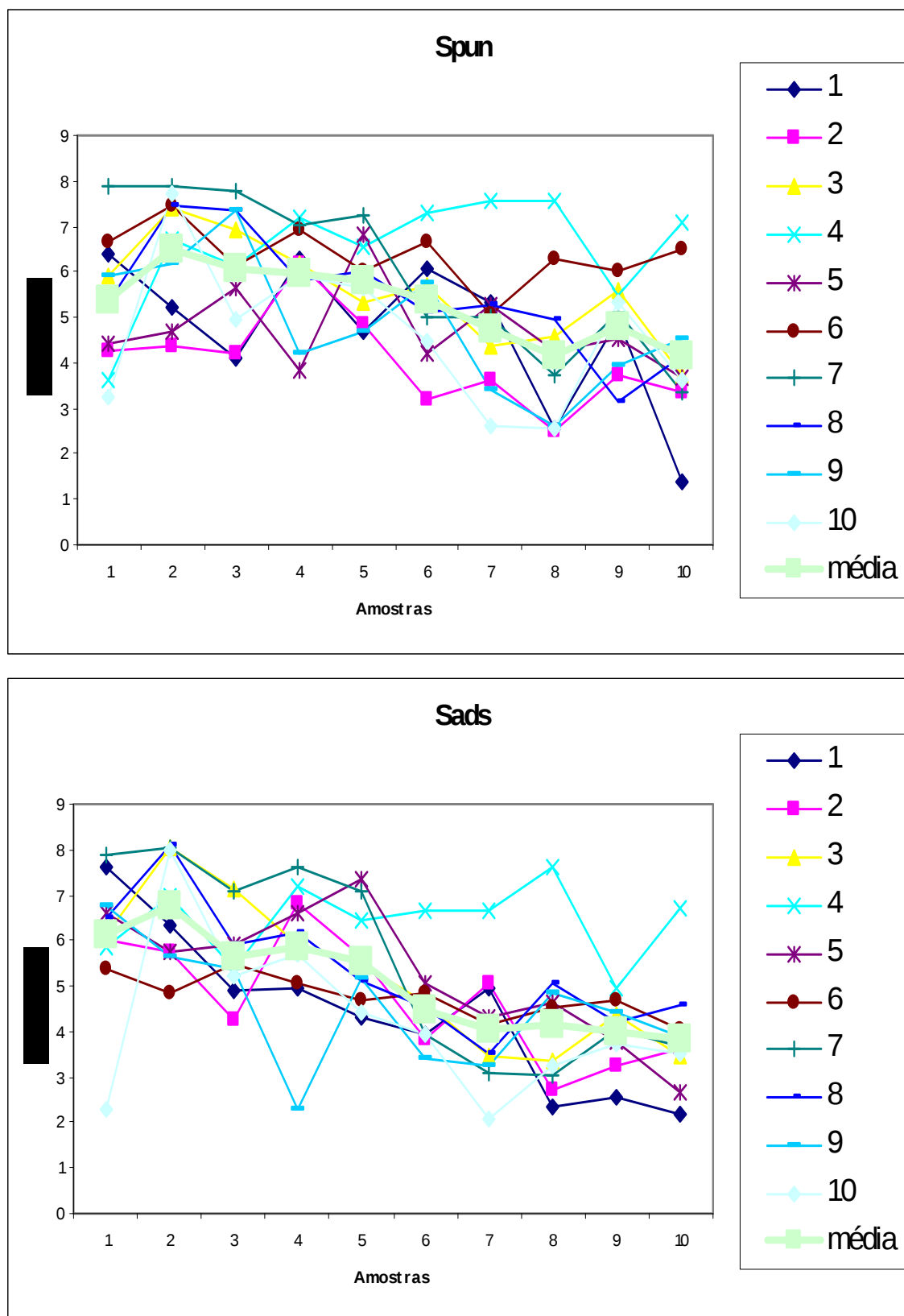


Figura 10d. Gráfico das avaliações sensoriais individuais dos provadores (1 a 10) e da equipe (média), para as amostras avaliadas.

Atributos: Sabor Pungente e Sabor Adstringente.

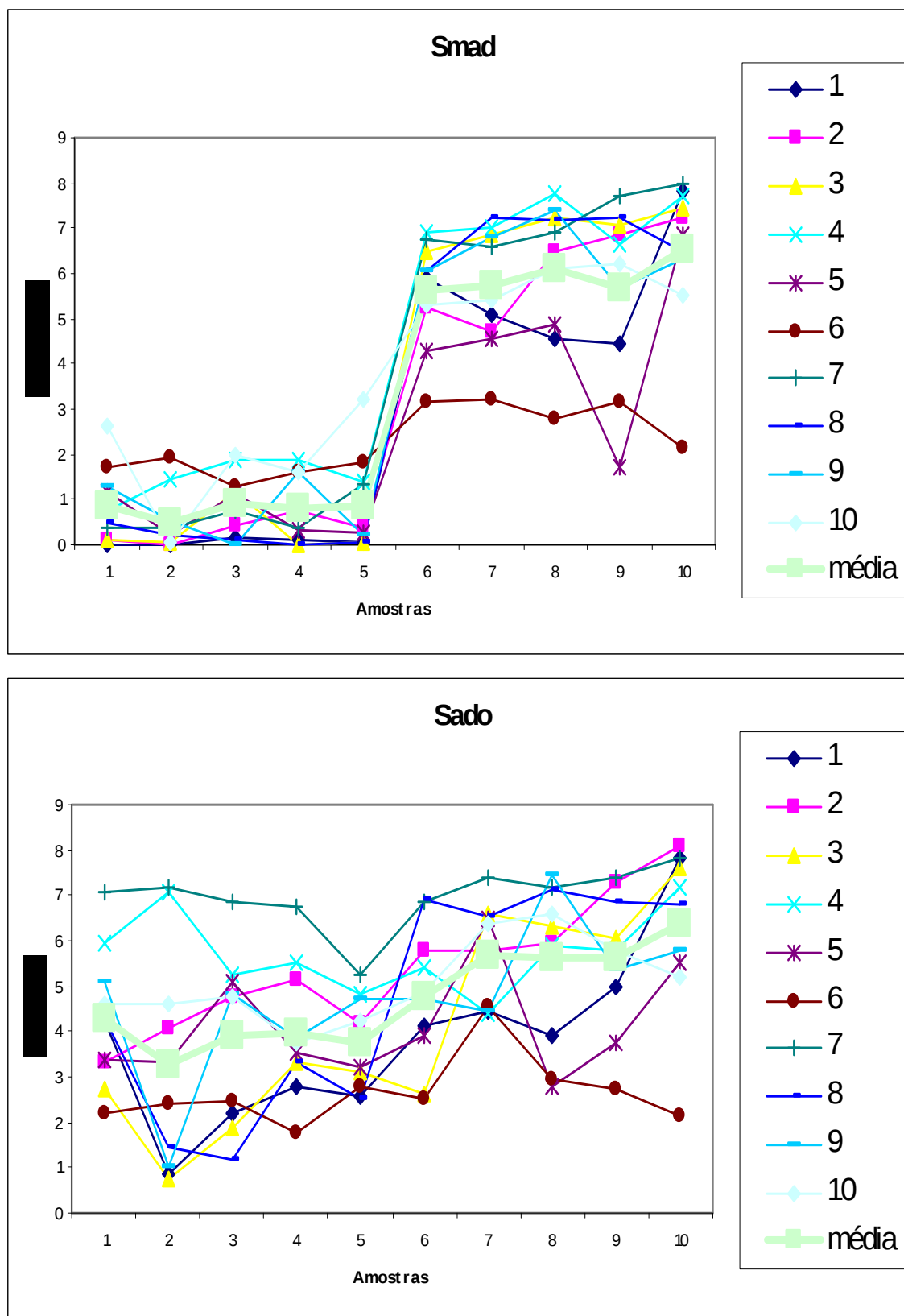


Figura 10e. Gráfico das avaliações sensoriais individuais dos provadores (1 a 10) e da equipe (média), para as amostras avaliadas.

Atributos: Sabor Madeira e Sabor Adocicado.

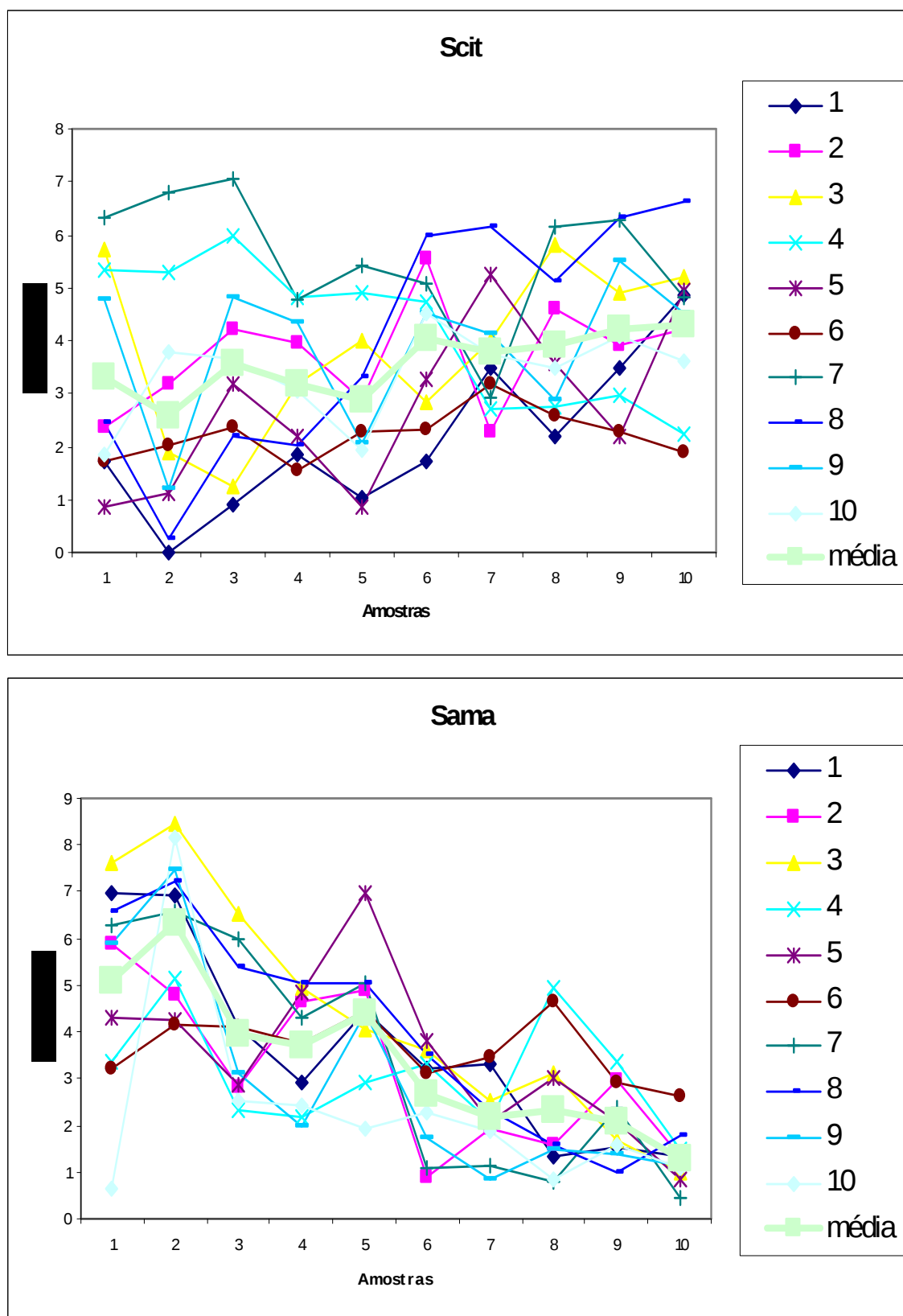


Figura 10f. Gráfico das avaliações sensoriais individuais dos provadores (1 a 10) e da equipe (média), para as amostras avaliadas.

Atributos: Sabor Cítrico e Gosto Amargo.

Para melhorar a visualização do comportamento da equipe sensorial, outra técnica estatística foi empregada: o teste de concordância entre provadores.

Primeiramente, o histograma de frequência (Figura 11) da concordância entre as avaliações dos provadores em termos gerais, mostra que 8 de 10 provadores apresentaram correlação positiva de 70 a 80% com os resultados da equipe. Dentre os demais provadores, 1 obteve correlação intermediária (60%) e o outro apresentou muito baixa correlação (20%) com as avaliações da equipe.

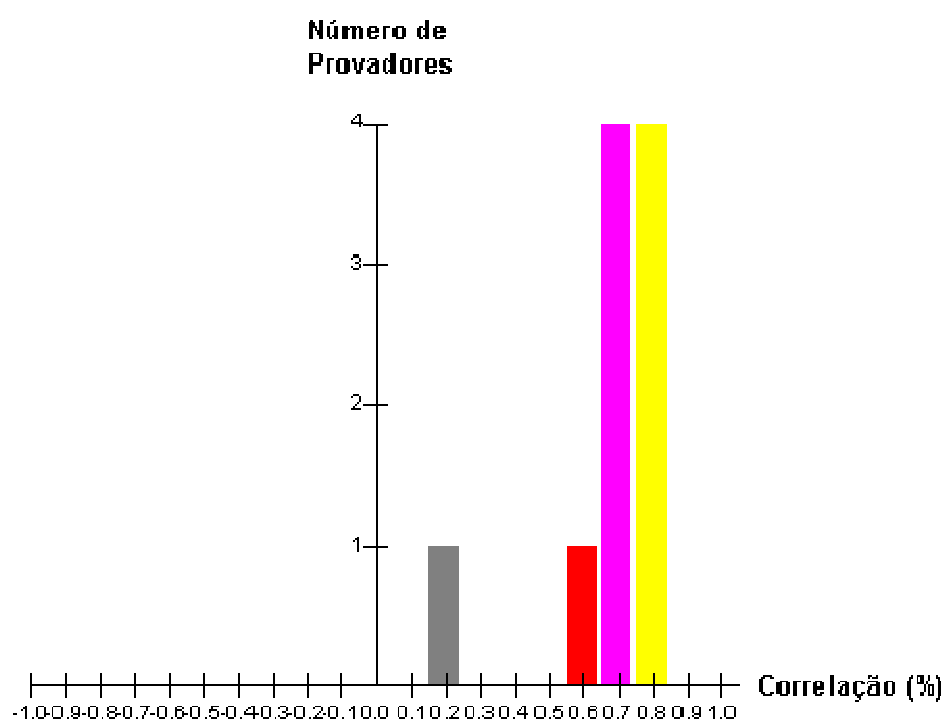


Figura 11. Histograma de frequência da concordância entre os provadores em termos gerais.

Observando agora a concordância para cada atributo separadamente (Figuras 12a e 12b), constata-se que, na maioria dos casos, as correlações entre as avaliações dos provadores e as da equipe são positivas, variando em sua intensidade. No entanto, observa-se que quase todos os gráficos apresentam um provador com valores bem distantes, menores ou até mesmo negativos com a equipe.

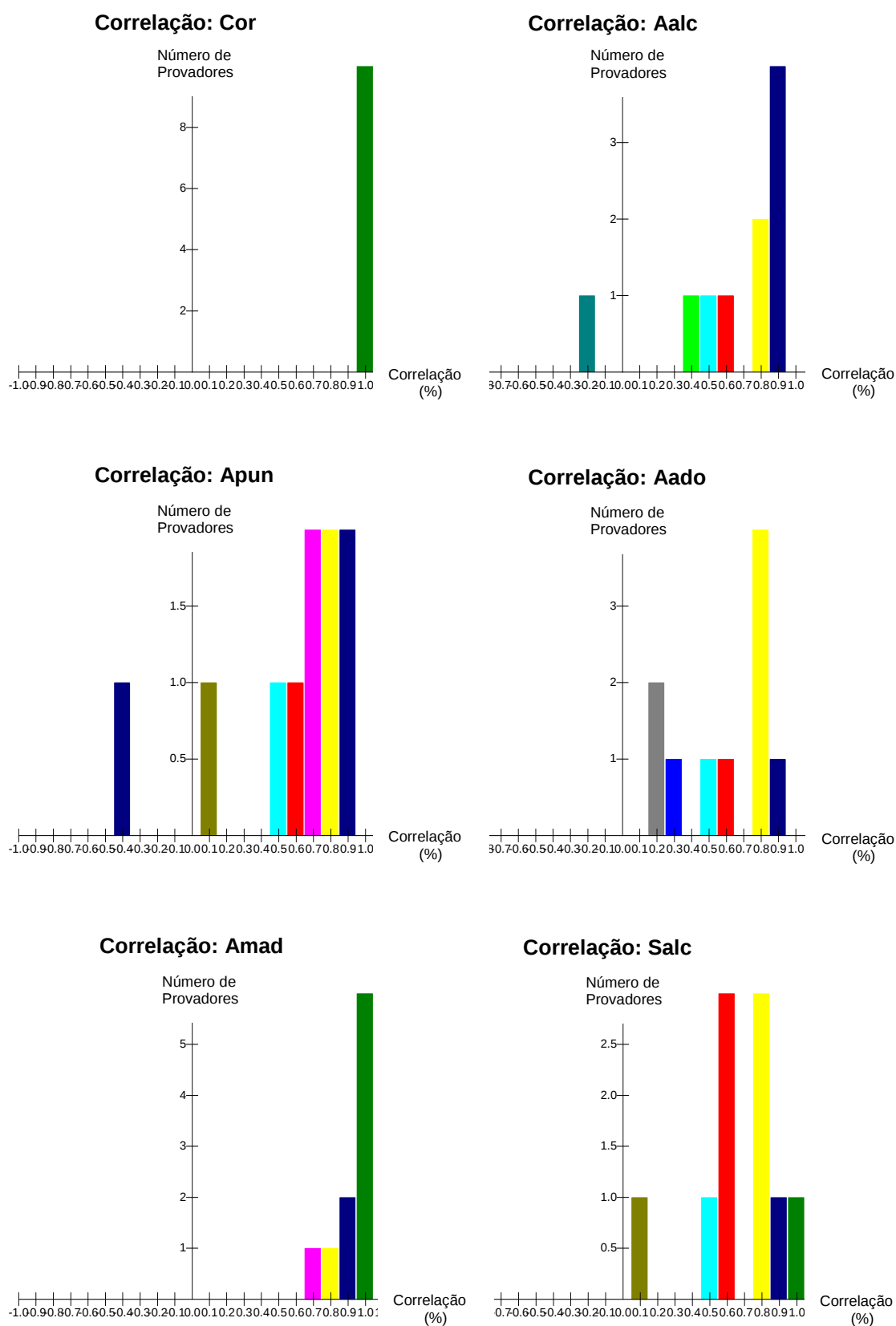


Figura 12a. Histograma de frequência da concordância entre os provedores, para os atributos cor, aroma alcoólico, pungente, adocicado, madeira e sabor alcoólico.

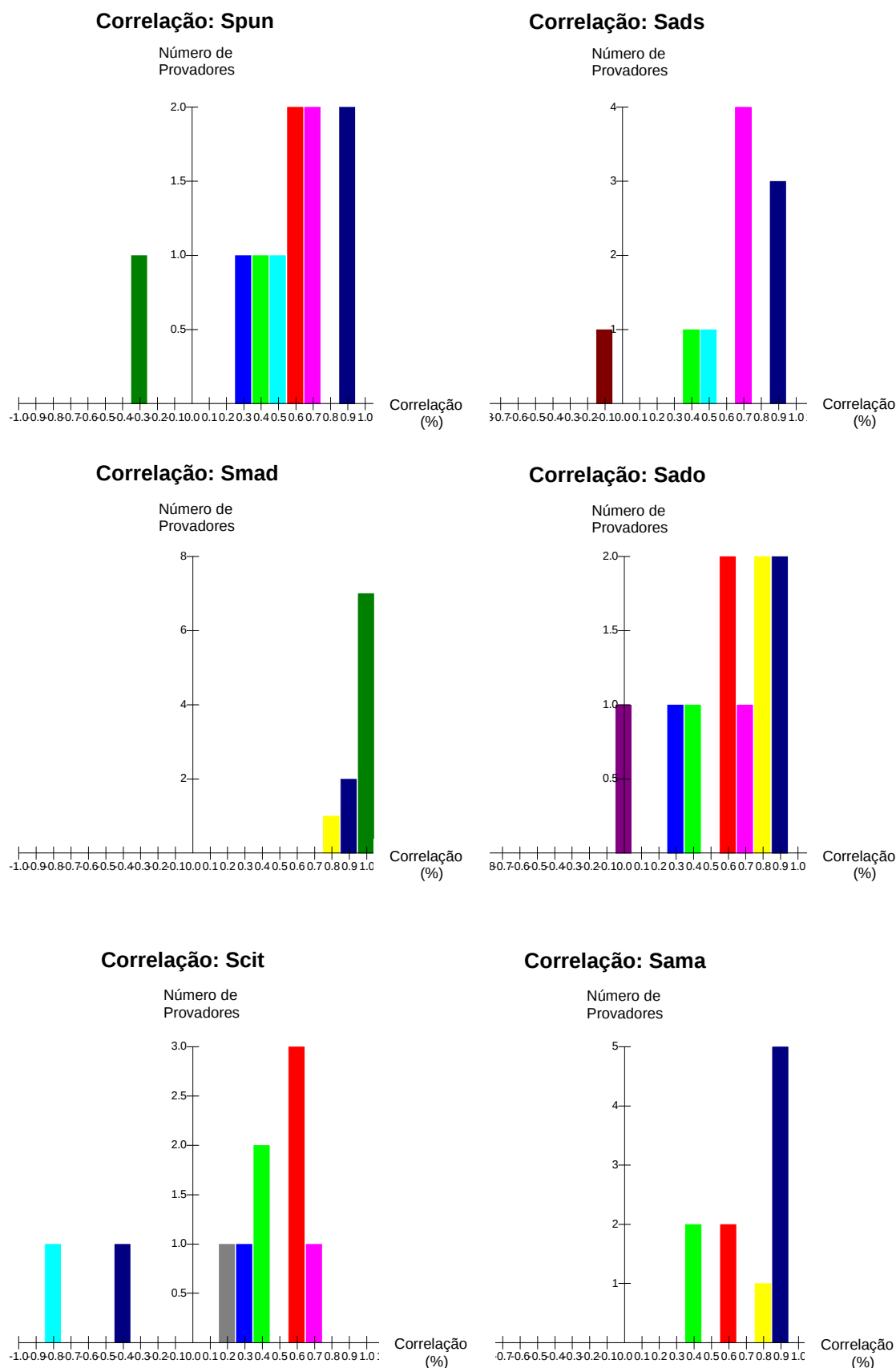
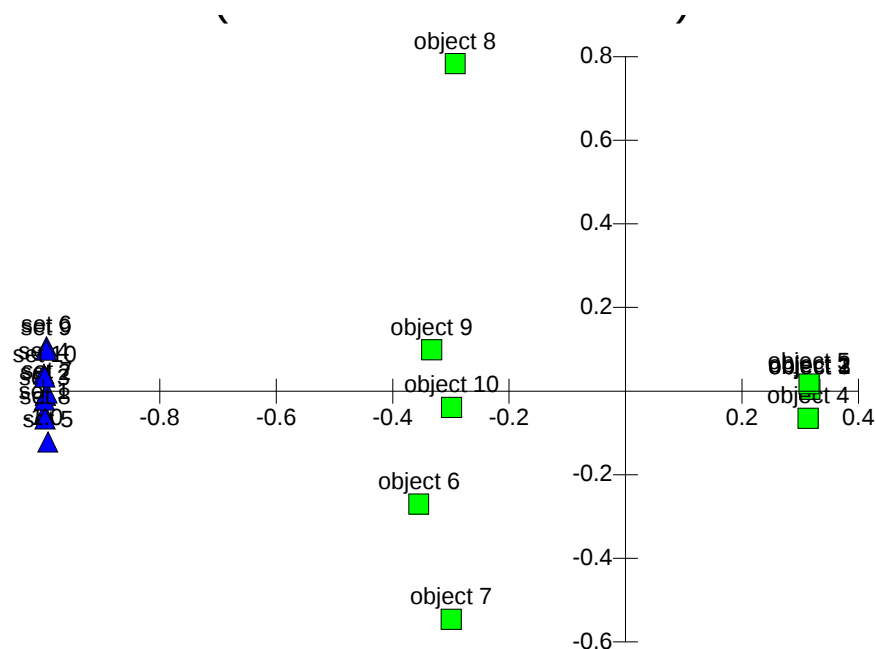


Figura 12b. Histograma de frequência da concordância entre os provedores, para os atributos sabor pungente, adstringente, madeira, adocicado, cítrico e gosto amargo.

Com o intuito de analisar a relação entre as avaliações das amostras e o comportamento dos provadores, realizou-se, para cada atributo, uma análise de componentes principais (ACP), essa é uma forma de avaliação de desempenho provadores diferente da comumente usada em ADQ, mas foi realizada para melhorar a visualização do comportamento da equipe sensorial. As Figuras 13a a 13f mostram a distribuição espacial das amostras (objects) e provadores (sets) segundo suas similaridades e diferenças. Além disso, cada gráfico também mostra a porcentagem da variação (VAF) das amostras explicadas pela primeira dimensão (eixo horizontal) do gráfico. O padrão gráfico desejável consiste em: (a) ampla disposição das amostras pelos quadrantes, indicando que as cachaças puderam ser diferenciadas com relação aos atributos utilizados, (b) proximidade na posição dos provadores, o que mostra concordância entre seus julgamentos sensoriais, e (c) alto valor de VAF, a fim de obter maior relevância e exatidão na descrição gráfica das amostras (STONE et al., 1974).

De uma maneira geral as amostras de cachaça puderam ser diferenciadas pelos atributos avaliados, principalmente no que se refere à disposição das amostras envelhecidas e não envelhecidas. Por meio desta análise, pode-se ainda confirmar que os provadores em geral avaliaram as amostras com bom nível de concordância, especialmente para os atributos *cor*, *aroma madeira* e *sabor madeira*, cujas análises resultaram também em grandes valores de VAF (≥ 0.89).

ACP da matriz Amostras x Provedores para atributo Cor
(VAF dimensão 1: 0,99)



ACP da matriz Amostras x Provedores para atributo Aalc
(VAF dimensão 1: 0,60)

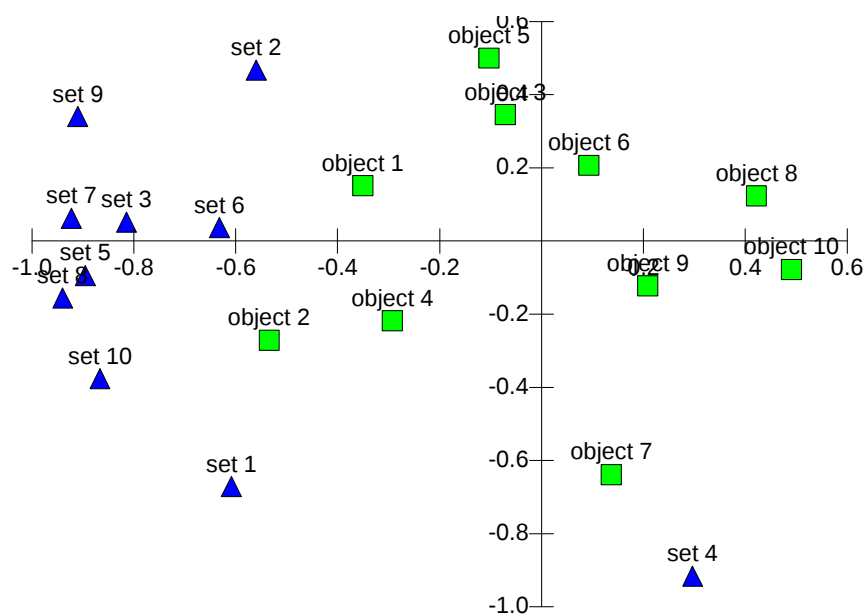
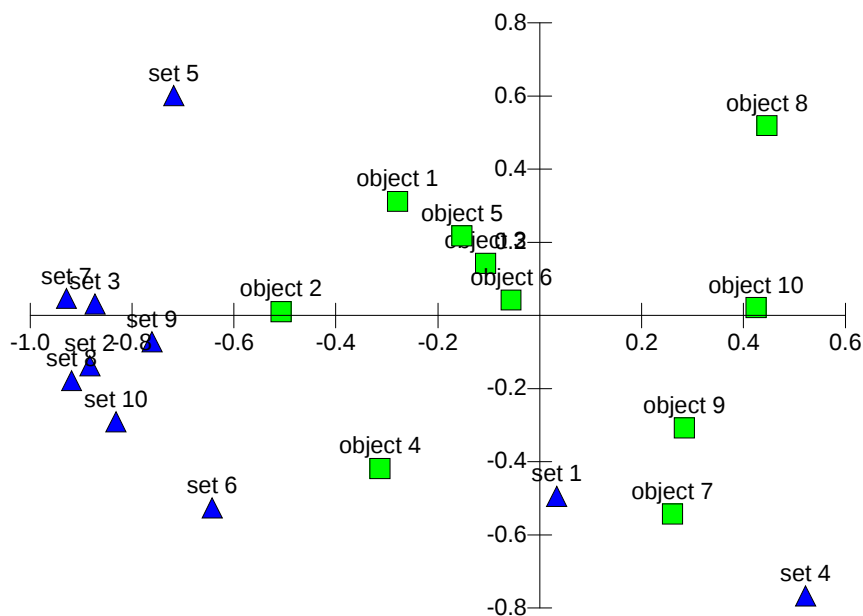


Figura 13a. ACP das amostras (object) e provedores (set) para os atributos cor e aroma alcoólico.

ACP da matriz Amostras x Provedores para atributo Apun
(VAF dimensão 1: 0,57)



ACP da matriz Amostras x Provedores para atributo Aado
(VAF dimensão 1: 0,49)

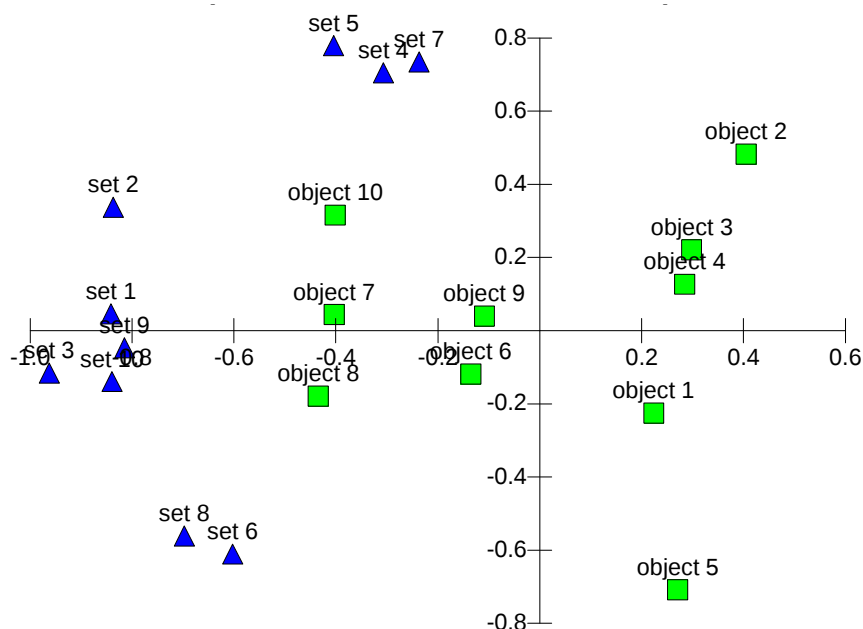
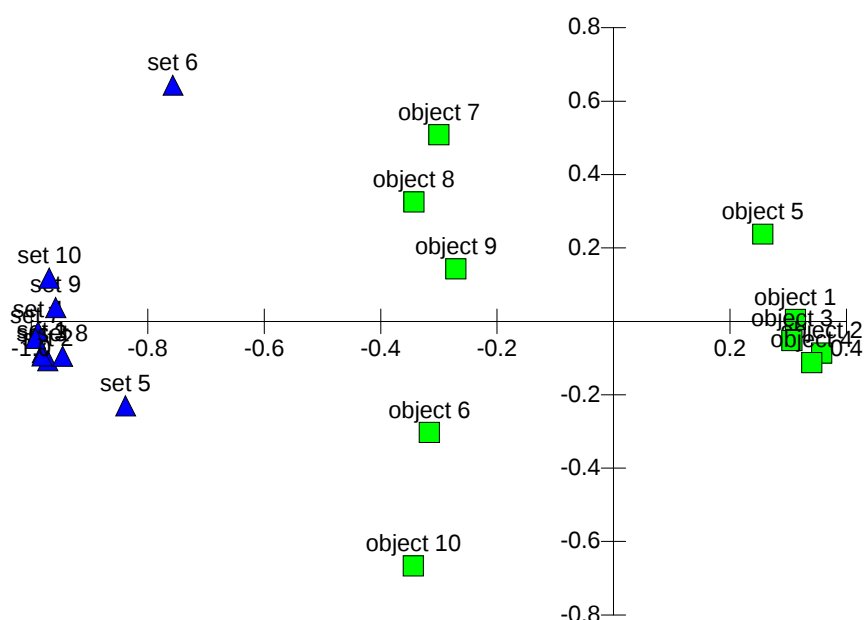


Figura 13b. ACP das amostras (object) e provedores (set) para os atributos pungente e aroma adocicado.

ACP da matriz Amostras x Provedores para atributo Amad
(VAF dimensão 1: 0,89)



ACP da matriz Amostras x Provedores para atributo Salc
(VAF dimensão 1: 0,57)

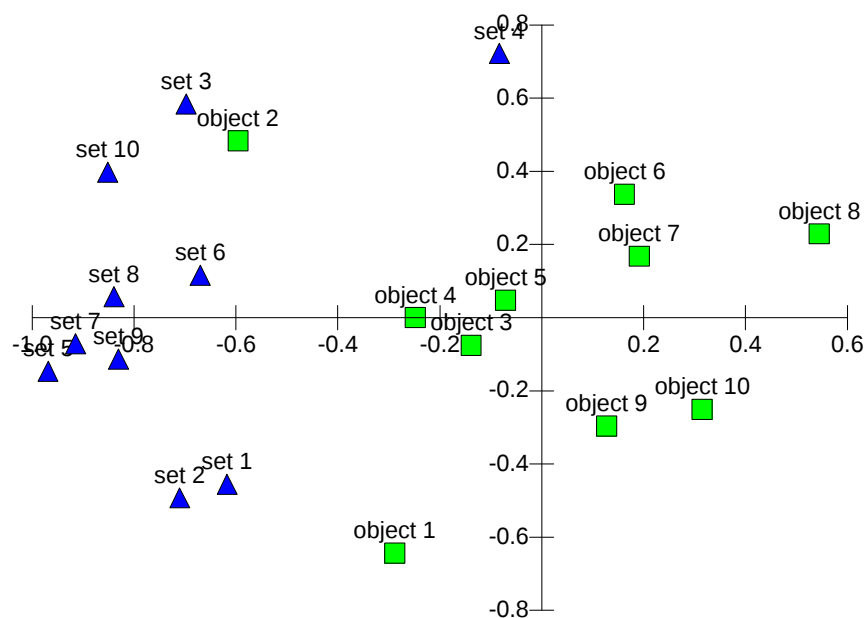
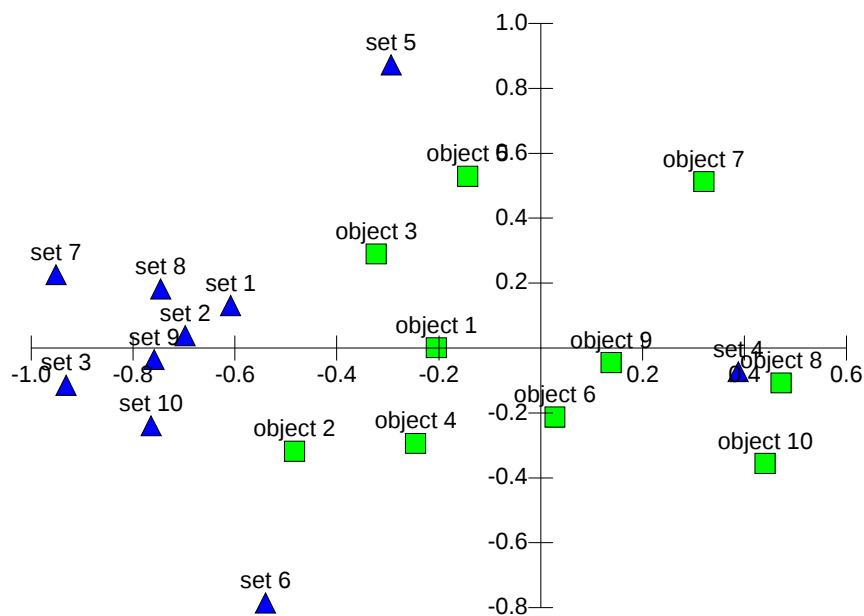


Figura 13c ACP das amostras (object) e provedores (set) para os atributos aroma madeira e sabor alcoólico.

ACP da matriz Amostras x Provedores para atributo Spun
(VAF dimensão 1: 0,49)



ACP da matriz Amostras x Provedores para atributo Sads
(VAF dimensão 1: 0,58)

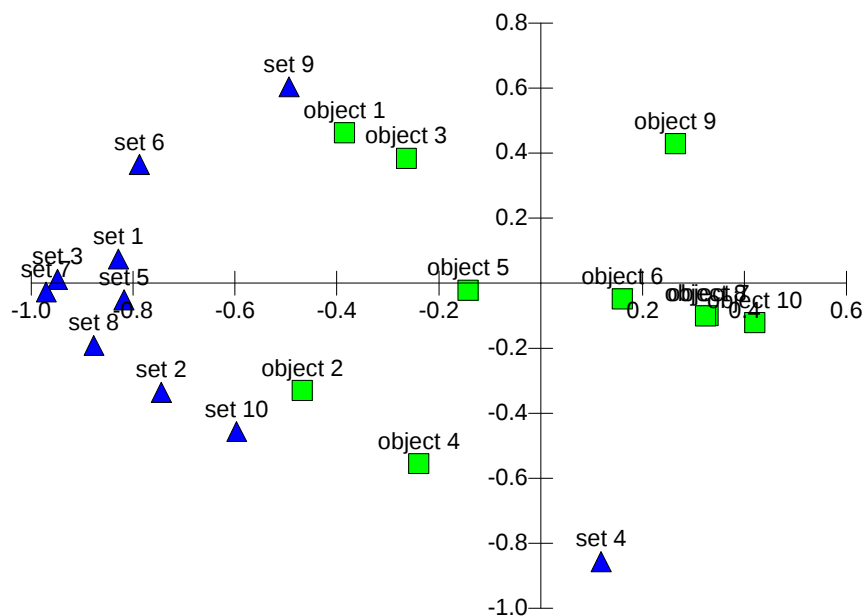
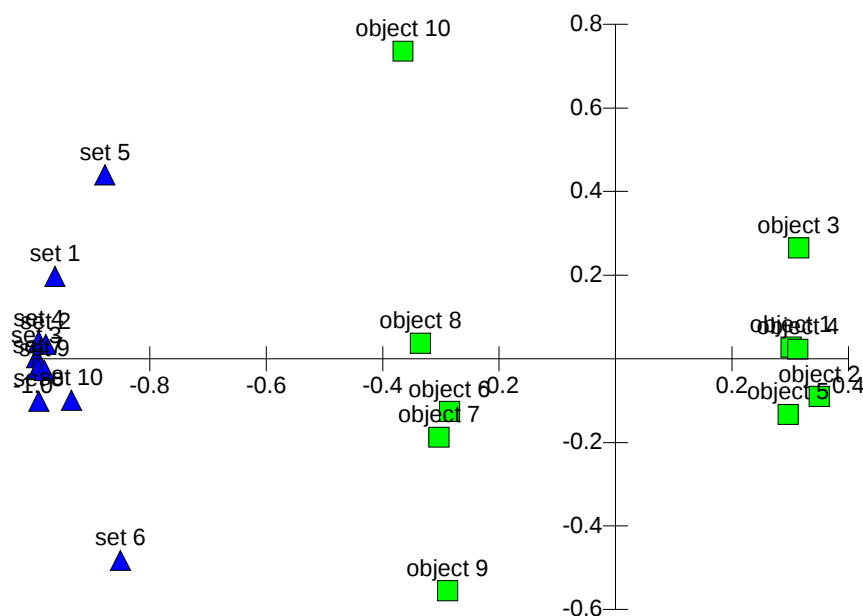


Figura 13d. ACP das amostras (object) e provedores (set) para os atributos sabor pungente e sabor adstringente.

ACP da matriz Amostras x Provedores para atributo Smad
(VAF dimensão 1: 0,91)



ACP da matriz Amostras x Provedores para atributo Sado
(VAF dimensão 1: 0,50)

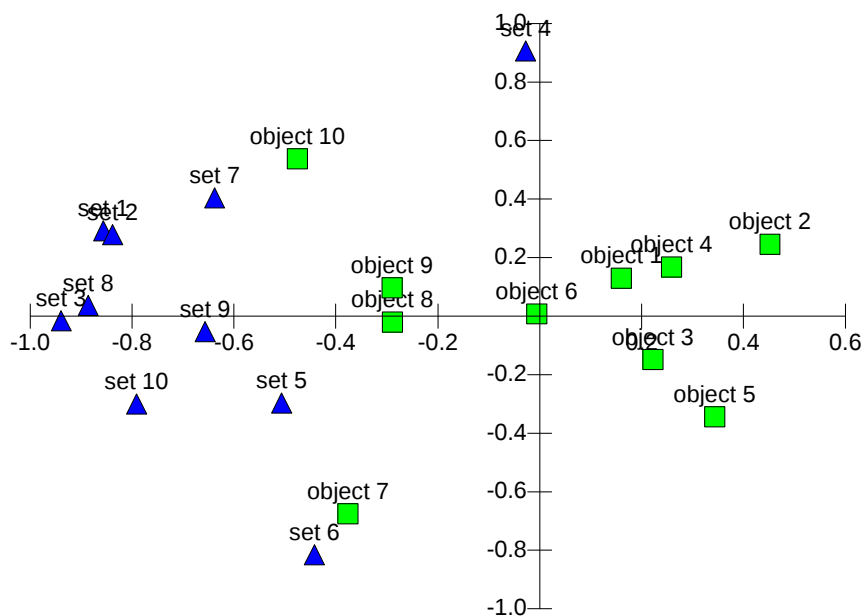
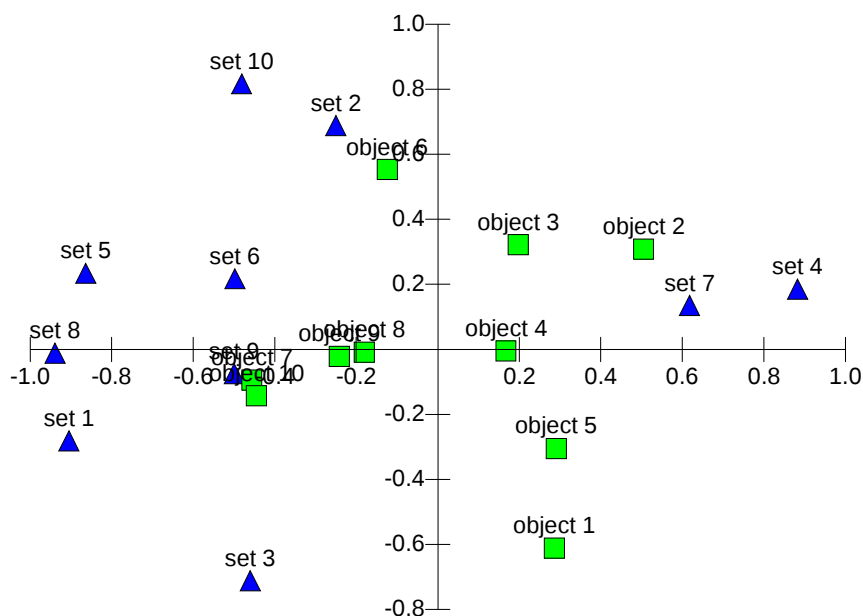


Figura 13e. ACP das amostras (object) e provedores (set) para os atributos sabor madeira e sabor adocicado.

ACP da matriz Amostras x Provedores para atributo Scit
(VAF dimensão 1: 0,46)



ACP da matriz Amostras x Provedores para atributo Sama
(VAF dimensão 1: 0,64)

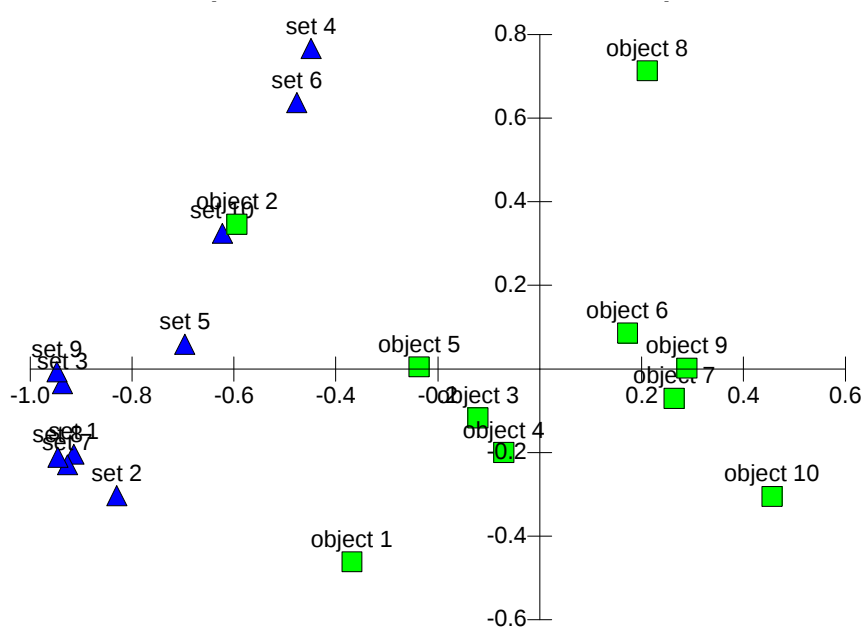


Figura 13f. ACP das amostras (object) e provedores (set) para os atributos sabor cítrico e gosto amargo.

Para os demais descritores, o VAF ficou em torno de 0,50. Este nível de concordância pode ter ocorrido devido: a variação global na avaliação dos provadores, em relação ao atributo e presença de alguns provadores discordantes com a equipe sensorial em geral (*aroma alcoólico*, *aroma pungente*, *sabor pungente*, *sabor adstringente* e *sabor cítrico*). Vale salientar que o provador 4 (set 4) mostrou o maior nível de discordância com a equipe sensorial.

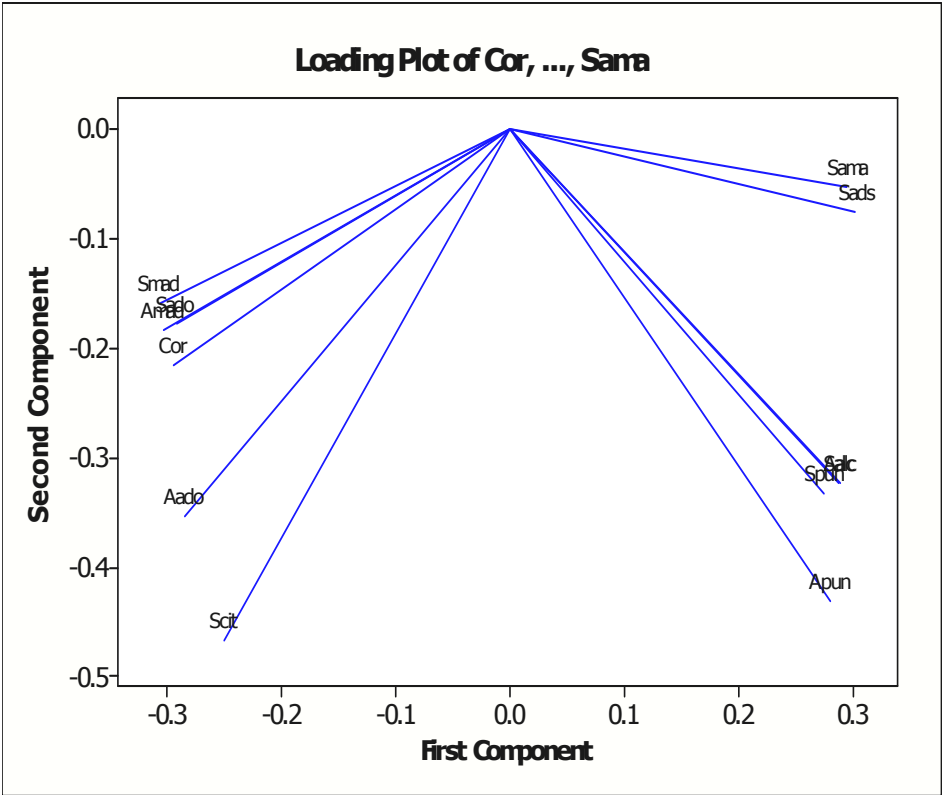
Comparando-se as observações feitas para os gráficos obtidos no teste de concordância entre os provadores (Figuras 12a e 12b) e as análises de componentes principais (Figuras 13a a 13f), pode-se concluir que o provador destacado como discordante com a equipe sensorial, considerandos os atributos em conjunto (Figura 11) ou separadamente (Figura 12), foi o provador 4.

A Tabela 11 a seguir relaciona, para cada atributo, o nível de correlação entre a avaliação dos provadores e da equipe como um todo. Esta disposição dos dados mostra ainda de maneira mais clara o comportamento adverso do provador 4 em questão.

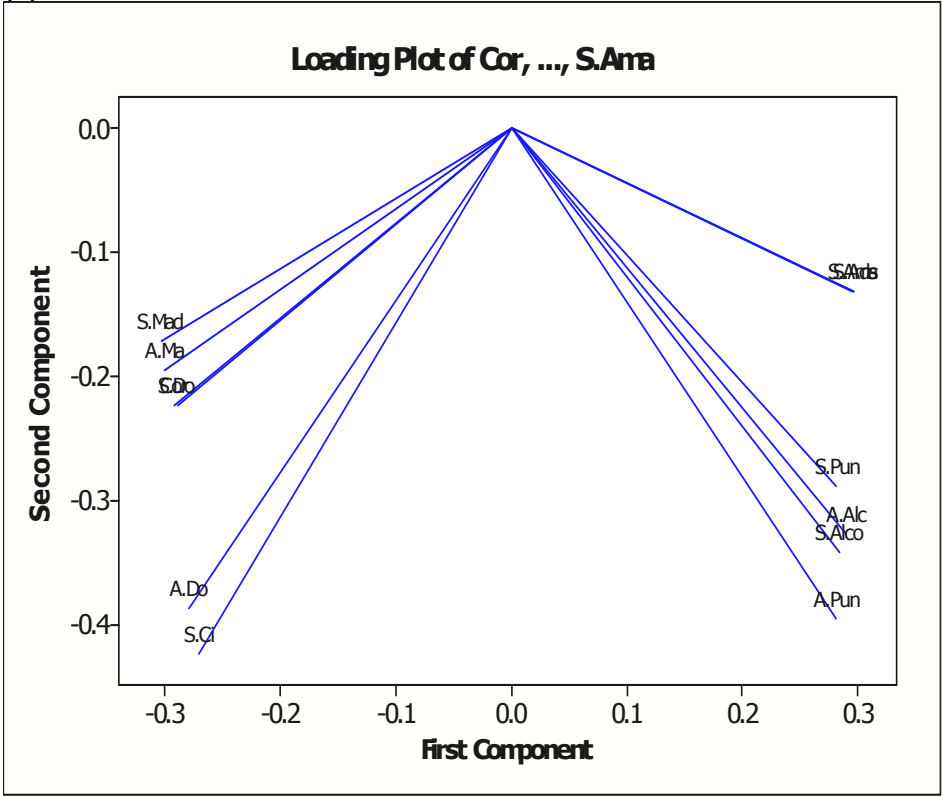
Tabela 11. Nível de correlação (R) entre a avaliação dos provadores e da equipe como um todo, por atributo.

Prov	Cor	Aalc	Apun	Aado	Amad	Salc	Spun	Sads	Smad	Sado	Scit	Sama
1	***	***	*	***	***	**	**	***	***	***	***	***
2	***	**	***	***	***	***	***	***	***	***	**	***
3	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	*	***
4	***	-	-	*	***	*	-	-	***	-	-	**
5	***	***	**	*	***	***	*	***	***	**	**	***
6	***	**	**	**	***	***	**	***	***	**	*	**
7	***	***	***	*	***	***	***	***	***	**	-	***
8	***	***	***	**	***	***	***	***	***	***	***	***
9	***	***	***	***	***	***	**	**	***	**	**	***
10	***	***	***	***	***	***	***	**	***	***	**	**
R <0< * <0,30< ** <0,60< ***												

Visando verificar se a influência do provador 4 nas análises seria muito importante, realizou-se ACPs com os dados da equipe contendo os 10 provadores originais e após a retirada do provador 4 (9 provadores). A análise dos gráficos apresentados a seguir permite constatar que a distribuição espacial dos atributos (Figura 14) e das amostras (Figura 15) não variou muito. Adicionalmente, a ANOVA realizada com os dados destas ACPs mostrou que: (a) em ambos os modelos (equipe com 10 ou 9 provadores), as amostras puderam ser significativamente diferenciadas entre si ($pF_{amostra} < 0,001$), e (b) que a disposição espacial das amostras, segundo o PC1 e PC2, não diferiu significativamente ($pF_{modelo} = 1,000$) entre os dois modelos.

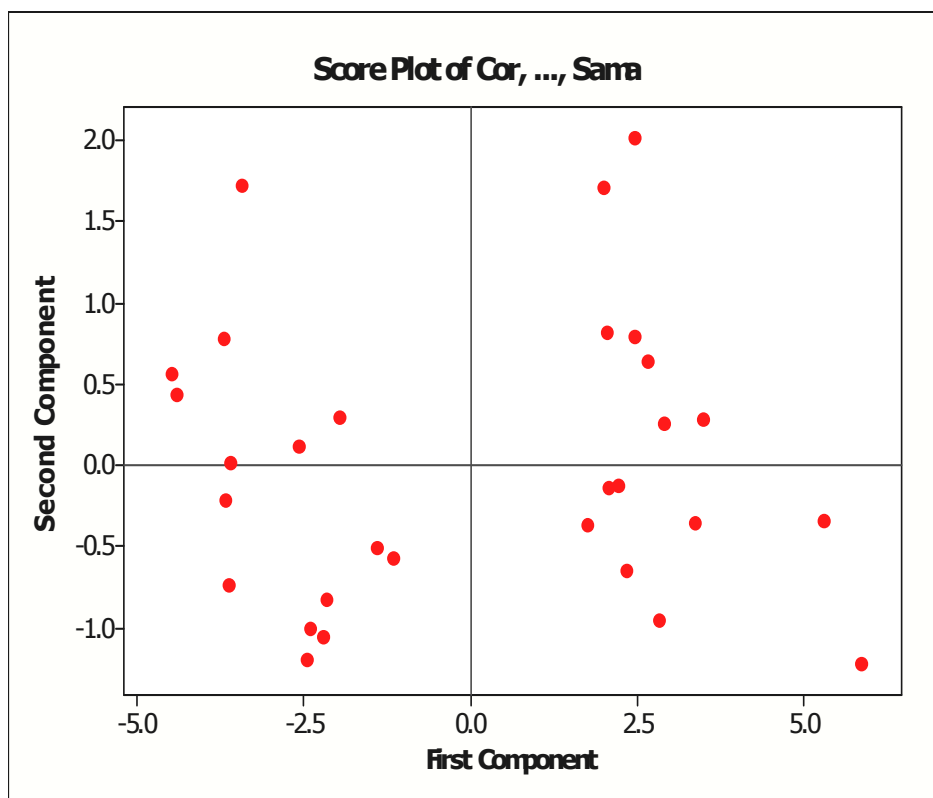


(a)

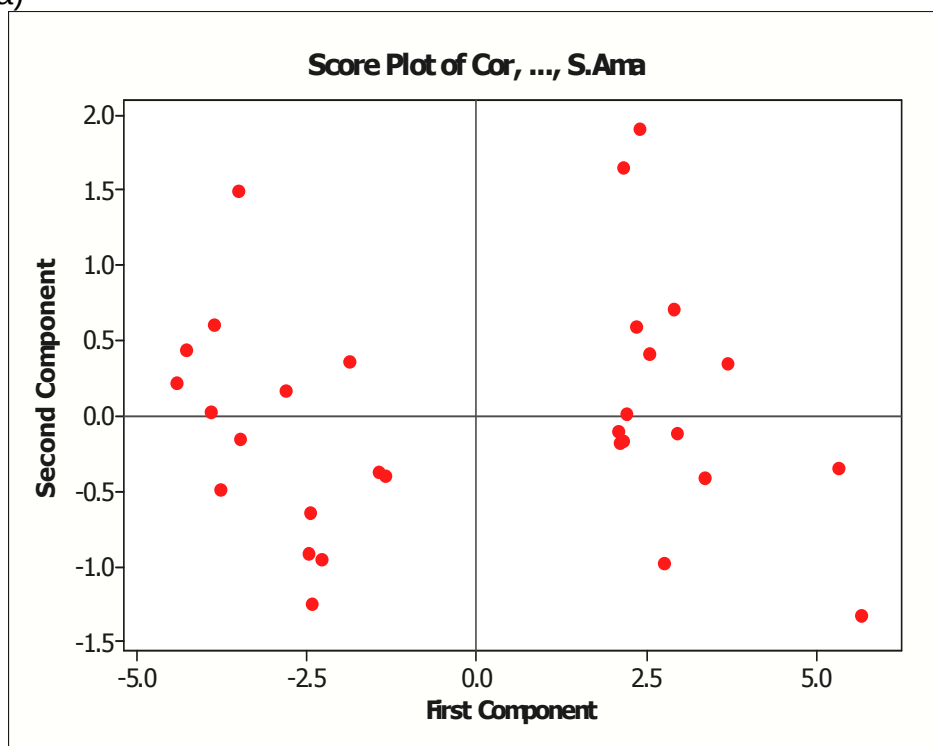


(b)

Figura 14. ACP dos dados da equipe sensorial com a presença do provador 4 (a) e sem o provador 4 (b): representação dos atributos.



(a)



(b)

Figura 15. ACP dos dados da equipe sensorial com a presença do provador 4 (a) e sem o provador 4 (b): representação das amostras.

Com relação à porcentagem de explicação da variação entre as amostras pelos componentes principais 1 (PC1-eixo horizontal) e 2 (PC2-eixo vertical) também não foi observada grande diferença (Tabela 12), dando suporte para a decisão de manter os dados do provador 4 nos cálculos seguintes.

Tabela 12 Porcentagem de explicação da variação entre as amostras em função dos componentes principais 1 (PC1) e 2 (PC2), para os dados sensoriais das equipes contendo 10 e 9 provadores.

Equipe	Porcentagem de Explicação (%)		
	PC 1	PC 2	Total
10 provadores	82,6	6,2	92,4
9 provadores	85,2	5,1	93,2

5.6. Perfil Sensorial das Cachaças

Após cuidadosa avaliação da discriminação, repetibilidade dos provadores e concordância da equipe, fez-se a análise dos dados para a descrição sensorial das amostras de cachaça envelhecidas e sem envelhecer.

Análises de componentes principais (ACPs) foram realizadas para explorar graficamente a distribuição das amostras segundo suas similaridades (Figuras 16 a 18). Desta vez, foram feitas e interpretadas as análises de média da equipe em cada repetição. Quando realizando ACP, utilizou-se “*cross validation*” e tratamento dos

dados (normalização: $x/Sdev$). As amostras e atributos foram identificados nos gráficos segundo a codificação apresentada nas Tabelas 8 e 9. Cada repetição da análise das amostras foi plotada separadamente. Assim, as amostras foram codificadas com números de dois dígitos, sendo o primeiro referente ao tipo de amostra e o segundo, à repetição em questão.

Considerando todas as amostras, a utilização dos dois primeiros componentes principais (PCs) resultou em ótima explicação da variação das amostras no espaço gráfico (PC1=83%, PC2=6%, total=89%) (Figura 16). Observou-se que as amostras foram distribuídas em dois grupos ao longo do PC1, sendo as cachaças não envelhecidas (1 a 5) dispostas a esquerda do gráfico, relacionando-se aos atributos *aroma alcoólico*, *aroma pungente*, *sabor alcoólico*, *sabor pungente*, *sabor adstringente* e *gosto amargo*. Já as cachaças envelhecidas (6 a 10) ficaram do lado direito do gráfico, relacionado-se aos descritores *cor*, *aroma adocicado*, *aroma madeira*, *sabor adocicado*, *sabor madeira* e *sabor cítrico*. Constata-se portanto que as principais características das amostras têm correlação com os atributos citados acima, já que estas se relacionam ao PC com maior nível de relevância para a análise (83%). Ainda analisando o componente horizontal, observa-se que as amostras que mais diferiram entre si foram as 2 e 10, e que as amostras 3 e 6 mostram características intermediárias entre os dois grupos de cachaça.

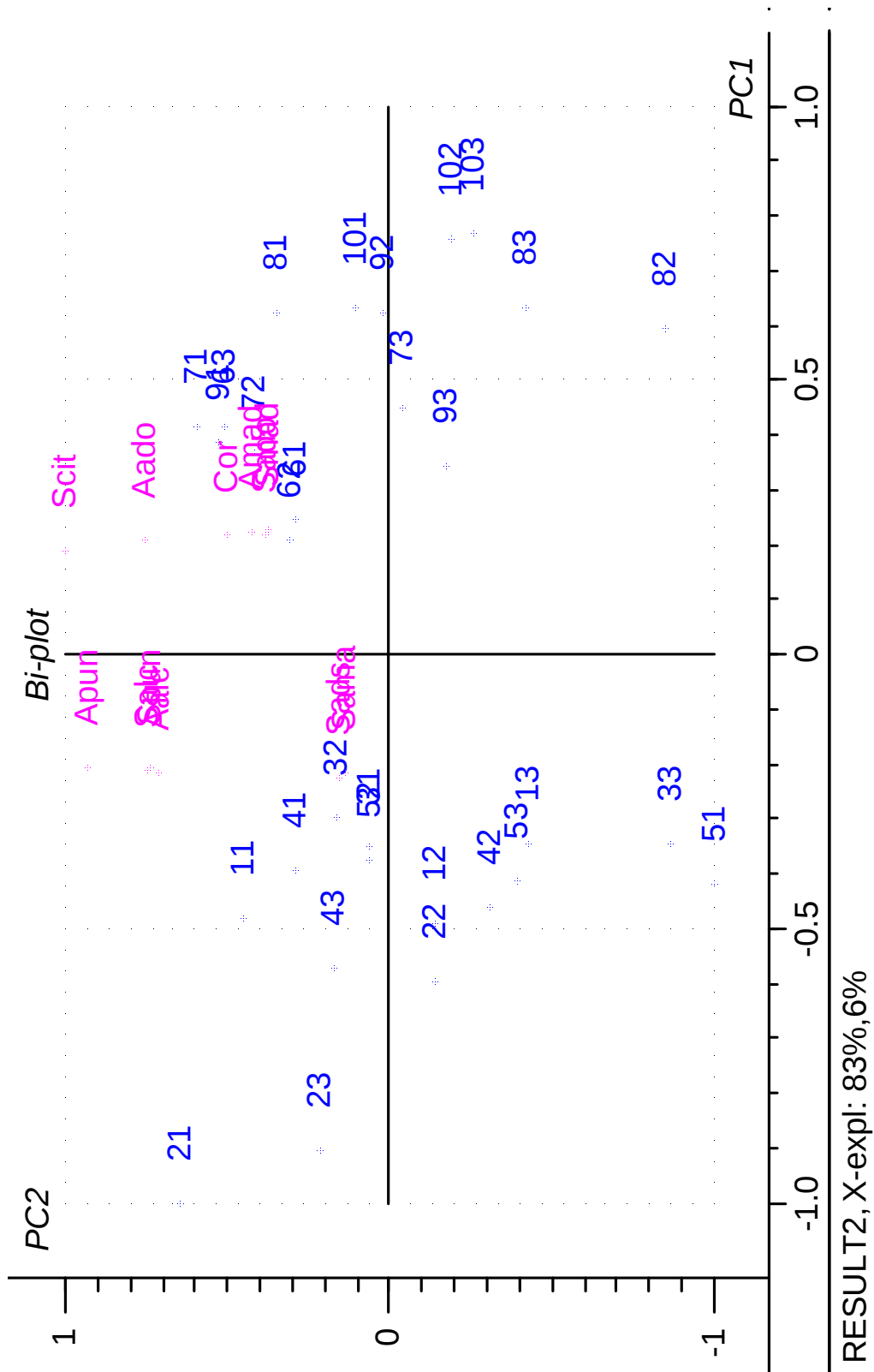


Figura 16. ACP de todas as amostras de cachaça.

Com relação ao PC2 (6% de explicação), observa-se que *sabor cítrico* e *aroma pungente* foram os atributos mais importantes para a diferenciação entre as amostras, seguidos por *aroma adocicado*, *aroma alcoólico*, *sabor alcoólico* e *sabor pungente*. Assim, cabe destacar que as amostras 5, 8 e 10 foram as que apresentaram menor intensidade de *aroma pungente* e *sabor cítrico*.

Na sequência, foram analisados os grupos de cachaça não envelhecidas e envelhecidas separadamente (Figuras 17 e 18, respectivamente). Desta forma considerou-se 4 PCs para cada grupo, sendo obtidas, em média, as seguintes explicações da variação das amostras: gráficos (a) PC1=48%, PC2=17%, total=65% e gráficos (b) PC3=11%, PC4=10%, total=21%, alcançando, com os dois gráficos conjuntamente, 86% de relação com os dados originais.

Considerando-se primeiramente as amostras não envelhecidas, o gráfico PC1xPC2 (Figura 17), em termos gerais, diferenciou a amostra 2 das restantes, devido ao seu alto *aroma alcoólico*, *aroma pungente*, *sabor alcoólico*, *sabor pungente*, *sabor adstringente* e *gosto amargo*, para o PC1. Com relação ao PC2, não houve boa diferenciação das amostras, mas pode-se inferir que a amostra 1 mostrou maior relação com os atributos *aroma adocicado*, *sabor adocicado* e *sabor cítrico*.

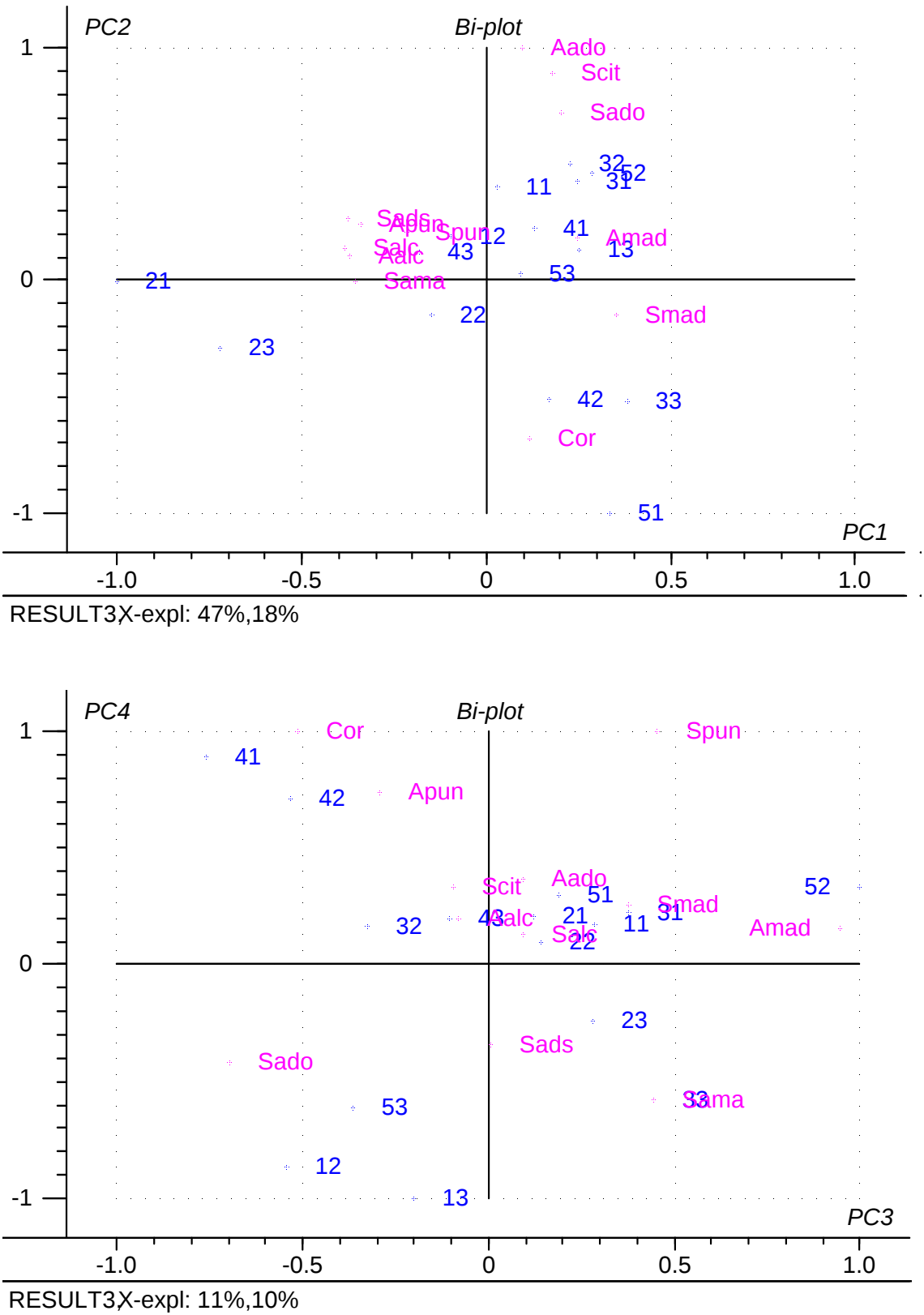


Figura 17. ACP das amostras não envelhecidas de cachaça.

O gráfico seguinte, PC3xPC4, sugeriu esclarecimentos sobre as diferenças restantes observadas nas cachaças, principalmente entre as amostras 3, 4 e 5. Analisando a posição das amostra 3 e 5, percebe-se que estas estão dispostas graficamente de forma muito dispersa e ao redor da mesma área. Contata-se porém uma ligeira diferenciação da amostra 4 por seu intenso *sabor adocicado* quanto ao componente horizontal (PC3), além de intenso *aroma e sabor pungentes* no PC4. A amostra 1 também apresentou com intenso *sabor adocicado* (PC3), mas diferiu da amostra 4 por apresentar alto *gosto amargo* (PC4).

No caso das análise das cachaças envelhecidas (Figura 18), observa-se que estas foram novamente divididas em 2 grupos, segundo o PC1. De um lado ficaram as amostras 8 e 10, relacionadas a alta intensidade dos descritores considerados agradáveis em bebidas destiladas envelhecidas (*aroma/sabor madeira e adocicado*) e do outro, as amostras 6, 7 e 9 relacionadas aos atributos *cor, sabor adstringente, sabor amargo, aroma/sabor alcoólico e aroma/sabor pungente*, relacionando este grupo com os atributos geralmente desagradáveis em destilados (JANZANTTI, 2004).

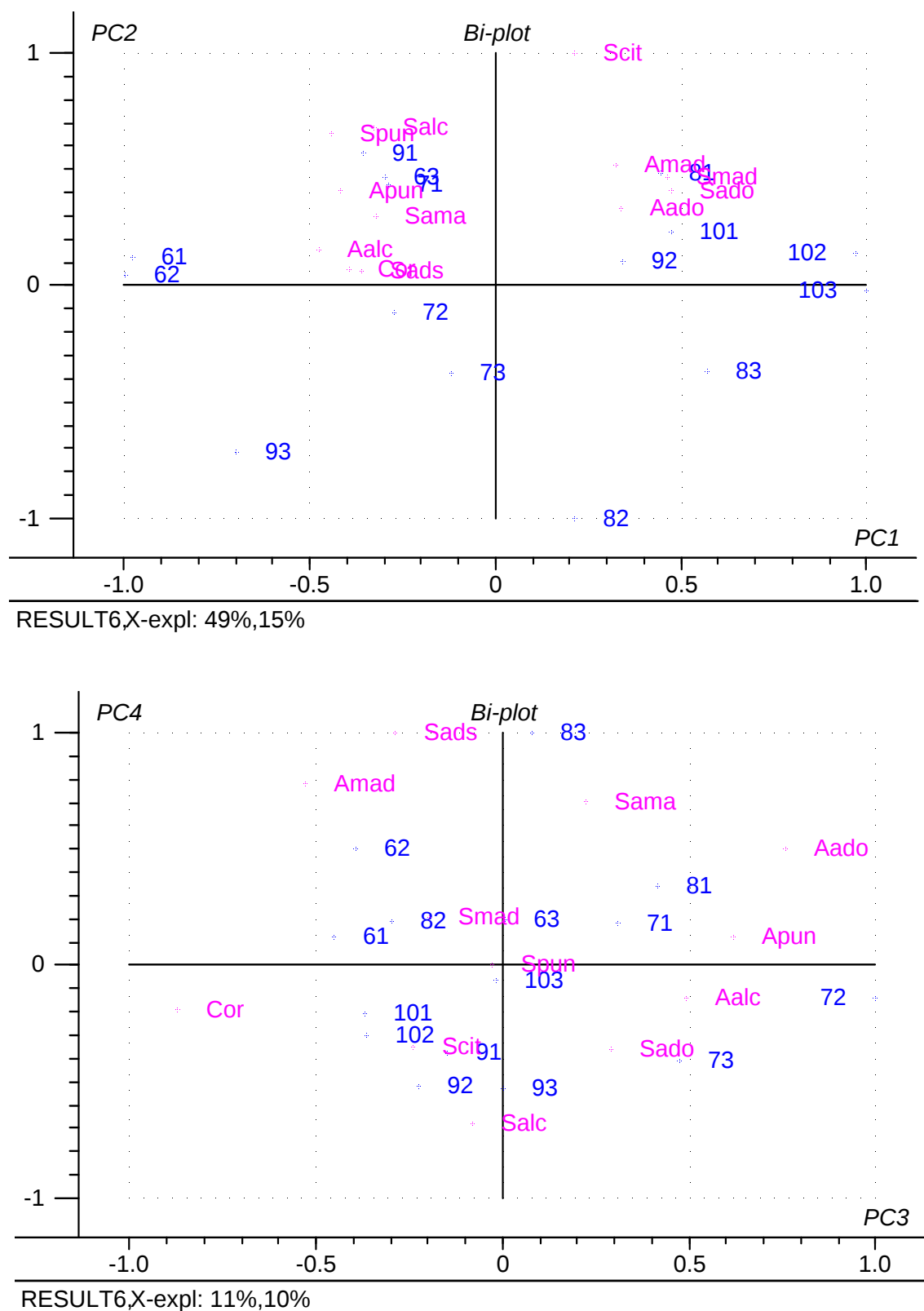


Figura 18. ACP das amostras envelhecidas de cachaça.

O PC2 serviu principalmente para diferenciar as amostras 8 e 10, sendo a primeira (8) a que apresentou menor *sabor cítrico*. Assim, o gráfico PC3xPC4 foi importante para adicionar mais uma forma de diferenciação entre estas duas cachaças: a amostra 10 apresentou *cor amarelo-ouro* mais forte e intenso *sabor alcoólico*, enquanto a amostra 8 apresentou alto *sabor adstringente*.

Com relação ao segundo grupo de cachaças, o PC3 diferenciou a amostra 7 por conter *aroma adocicado* mais intenso, e agrupou as amostras 6 e 9 por apresentarem *cor* intensa. O PC4 permitiu diferenciar estas amostras devido ao alto *gosto amargo*, *sabor adstringente* e *aroma de madeira* da amostra 6.

Na sequência, foi realizada a análise Procrustes Gereneralizada (GPA) a fim de comparar os resultados desta técnica com obtidos pela análise de componentes principais.

O gráfico (Figura 19) mostra os pesos associados à transformação dos dados de cada um dos provadores (sets) durante a GPA. O posicionamento abaixo de valor 1 indica diminuição nos valores relacionados ao provador, enquanto os posicionamentos acima de 1, que os dados do provador foram ampliados. Pode-se portanto constatar que, no geral, os dados dos provadores não sofreram muita alteração, indicando certa homogeneidade das avaliações.



Figura 19. Pesos por provedores (sets) associados à transformação nos dados utilizada para a GPA.

Na sequência, analisou-se a proporção da variação das amostras explicada no gráfico da GPA, considerando-se as dimensões 1 e 2 (Figura 20). Nesse caso observa-se que grande parte da variação foi explicada pela dimensão 1, sendo esta altamente influenciada pelas amostras 2, 10 e 8. A dimensão 2, por sua vez, foi importante para caracterizar principalmente as amostras 2, 5 e 6.

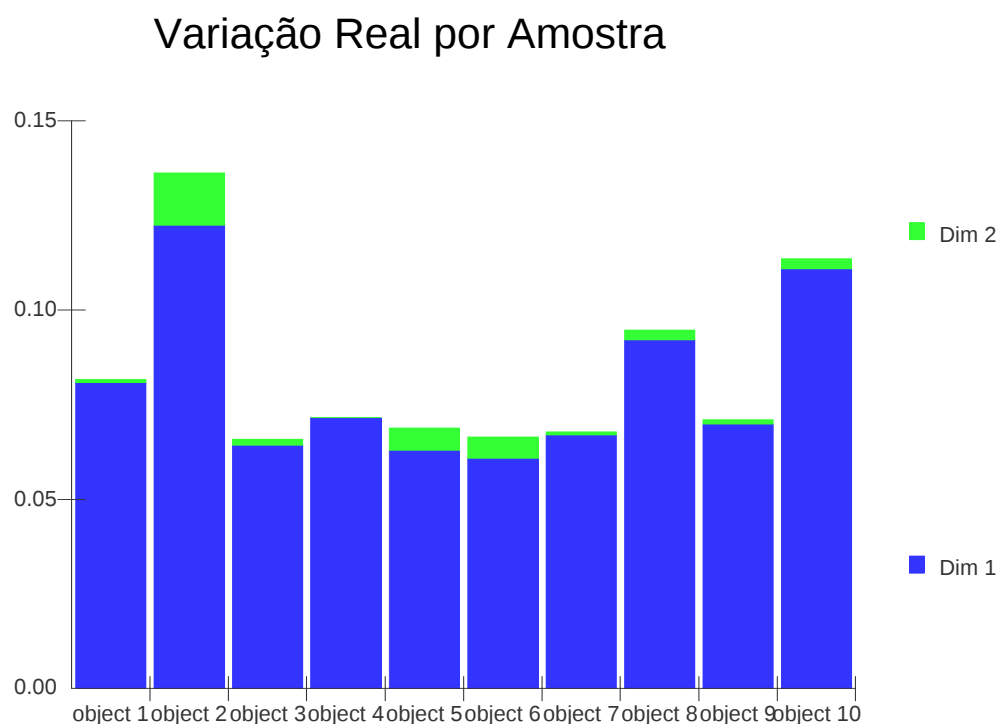


Figura 20. Gráficos relacionando a proporção da variação real obtida na GPA, por amostra (object), nas dimensões 1 (dim 1) e 2 (dim 2).

Ainda analisando a porcentagem de variação explicada, as dimensões 1 e 2 contribuíram, no total, com 82% e 5%, respectivamente, resultando em 87% de explicação no gráfico da GPA.

Enfim, a Figura 21 mostra a localização das amostras segundo a análise da equipe em geral (1 a 10). Os descritores sensoriais também estão presentes, sendo representados na forma de vetores.

A análise do gráfico da GPA indica boa concordância com os resultados obtidos na ACP: (a) as amostras estão divididas em dois grupos, segundo a presença ou ausência do processo de envelhecimento, sendo os atributos relacionados a cada grupo são os mesmos citados na ACP; (b) ainda com relação as

cachaças envelhecidas, observa-se o agrupamento das amostra 8 e 10, assim como das amostras 6, 7 e 9; (c) no bloco das bebidas não envelhecidas vê-se que a amostra 2 se destaca, enquanto as outras formam dois grupos, amostras 3/5 e amostras 1/4. Os resultados obtidos permitem portanto validar as informações obtidas na ADQ, pela utilização destas duas formas de análises.

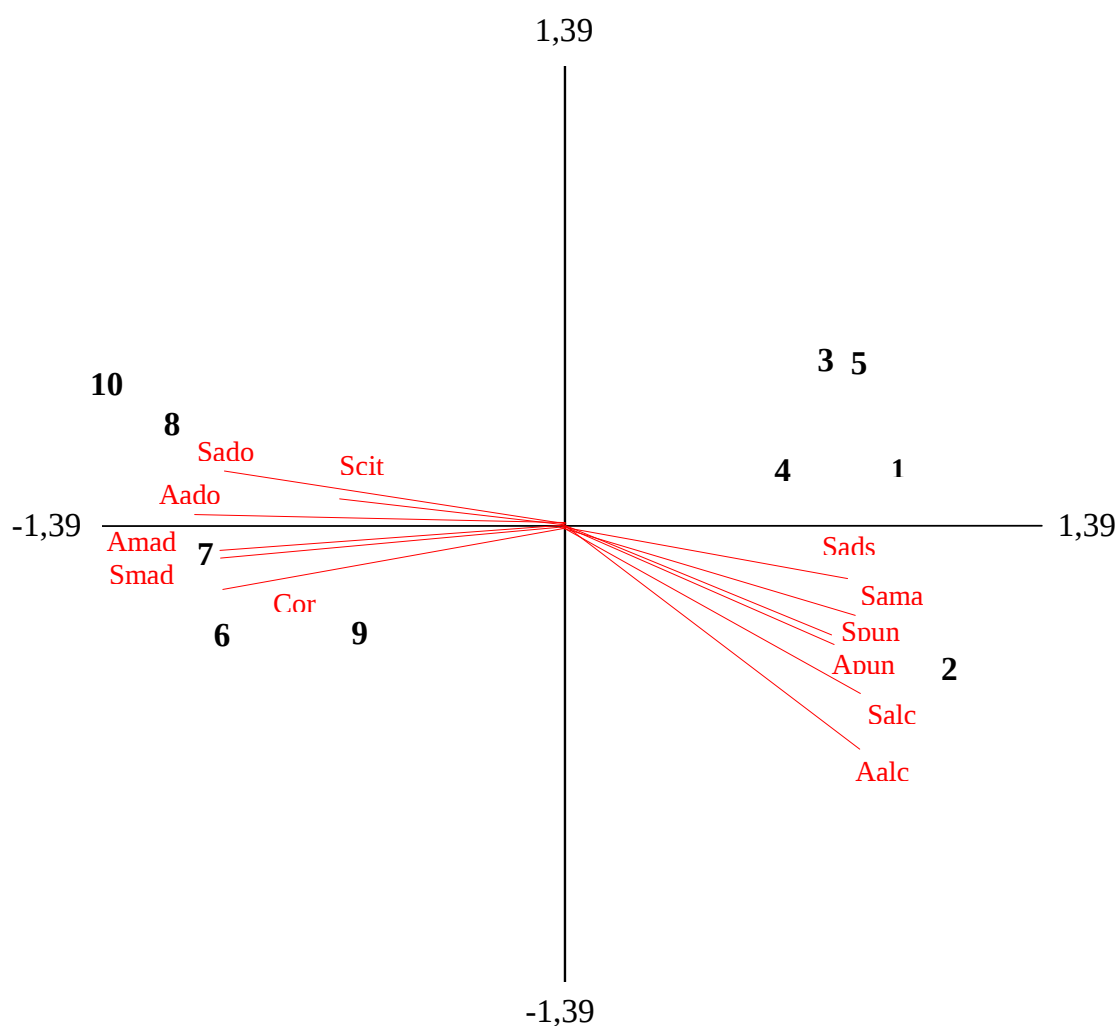


Figura 21. GPA: avaliação média da equipe para os atributos, segundo as dimensões 1 e 2.

Os dados de média da equipe sensorial para cada atributo em cada amostra de cachaça foram plotados em gráficos tipo aranha (Figuras 22, 23 e 24).

Observando-se a Figura 22, visualiza-se as principais diferenças entre os dois grandes grupos de amostra: as cachaças não envelhecidas que apresentaram maior intensidade dos atributos relacionados à *pungência* e *alcoólico*, além de serem mais *adstringentes* e *amargas*; e as cachaças envelhecidas, identificadas por intensa *doçura* (*sabor e aroma*), *sabor cítrico*, presença de coloração e aroma e sabor derivados de madeira.

Dentre as bebidas não envelhecidas, os atributos que mais variaram entre as amostras além do *sabor amargo* foram *aroma* e *sabor alcoólico*. Por outro lado, as amostras se assemelharam em relação aos *sabores cítrico*, *adocicado* e *pungente*, havendo pouca variação para o *aroma adocicado*. No grupo de amostras envelhecidas a maior variação se deu para o *aroma alcoólico* e o *sabor adocicado*, sendo mínimas as variações relacionadas aos atributos *cor*, *aroma de madeira*, *sabor adstringente* e *sabor cítrico*.

Analisando-se mais detalhadamente as variações entre as amostras, observa-se nas Figuras 23 e 24, que a amostra 2 se diferencia das outras por possuir maior *aroma* e *sabor alcoólico*, *sabor adstringente*, *sabor pungente* e um extremo *sabor amargo*. Já no outro grupo de cachaças, percebe-se que a amostra 7 possui quase a mesma intensidade de *cor amarelo ouro*, mas apresenta um intenso *aroma alcoólico*, demonstrando que somente a aparência da bebida não pode determinar sua qualidade.

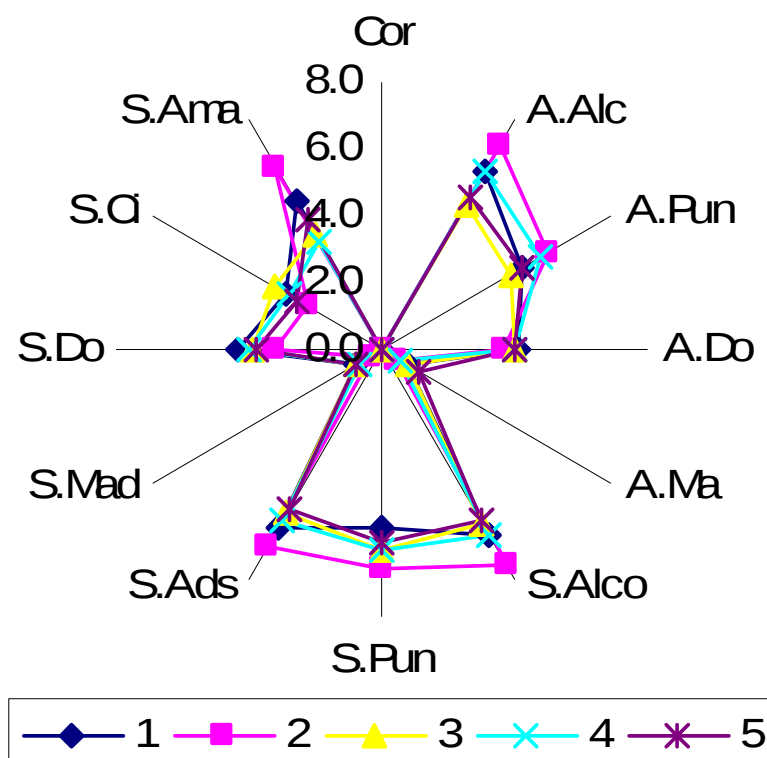
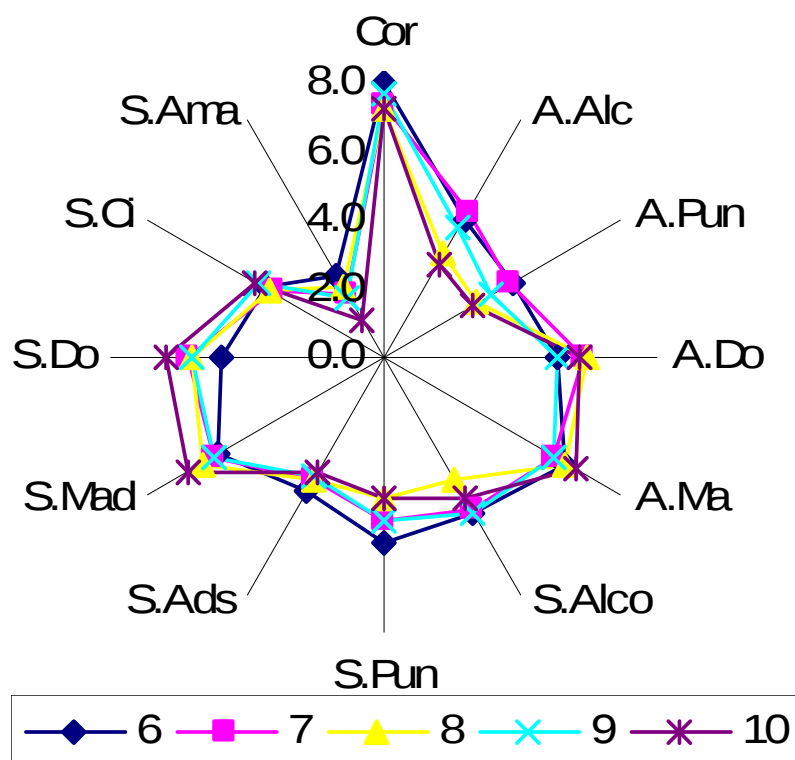
(a) Cachaças Não Envelhecidas**(b) Cachaças Envelhecidas**

Figura 22. Gráfico aranha do conjunto de amostras (a) não envelhecidas e (b) envelhecidas, segundo seus atributos sensoriais.

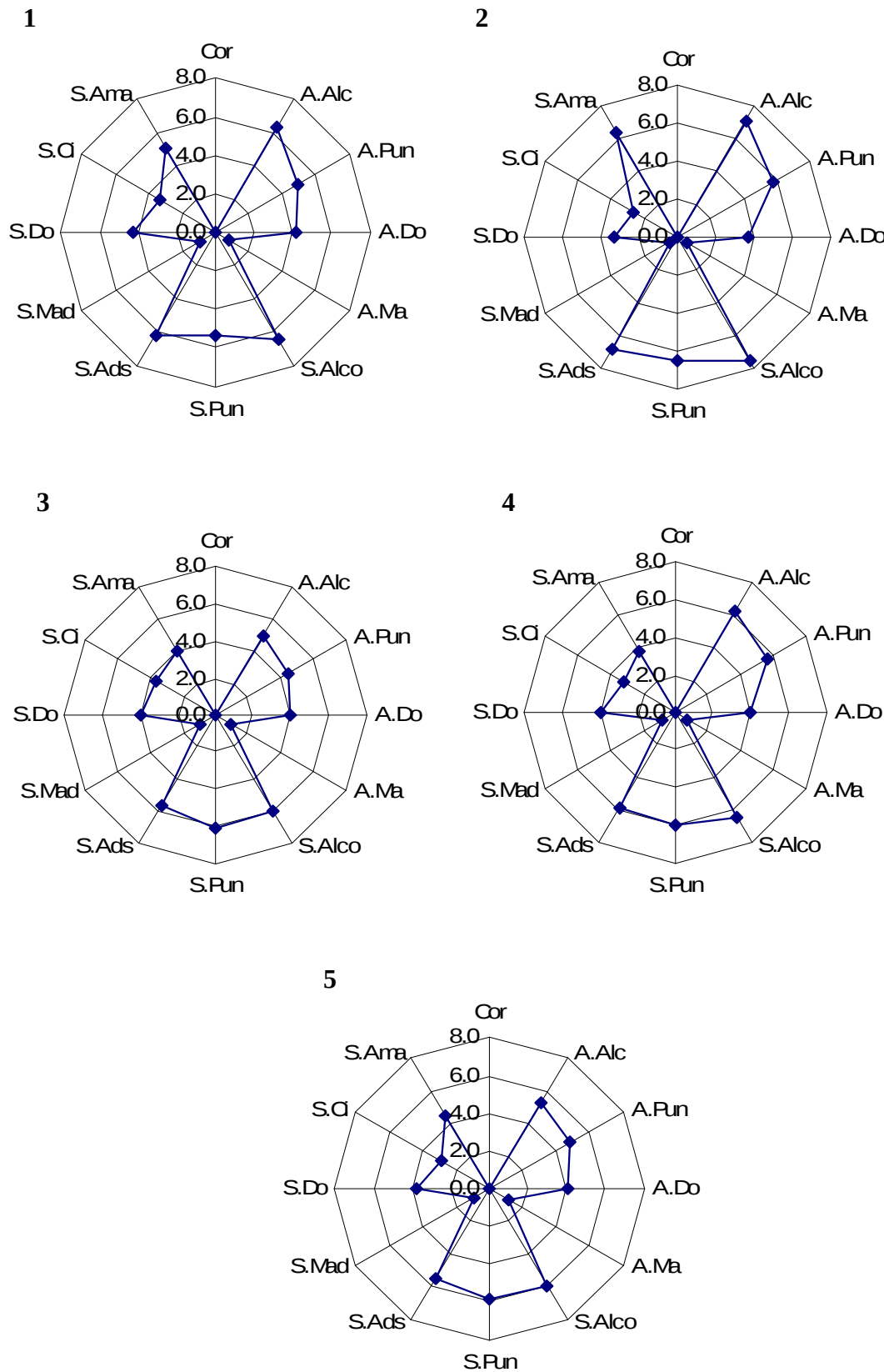


Figura 23. Gráfico aranha das amostras não envelhecidas, segundo seus atributos sensoriais.

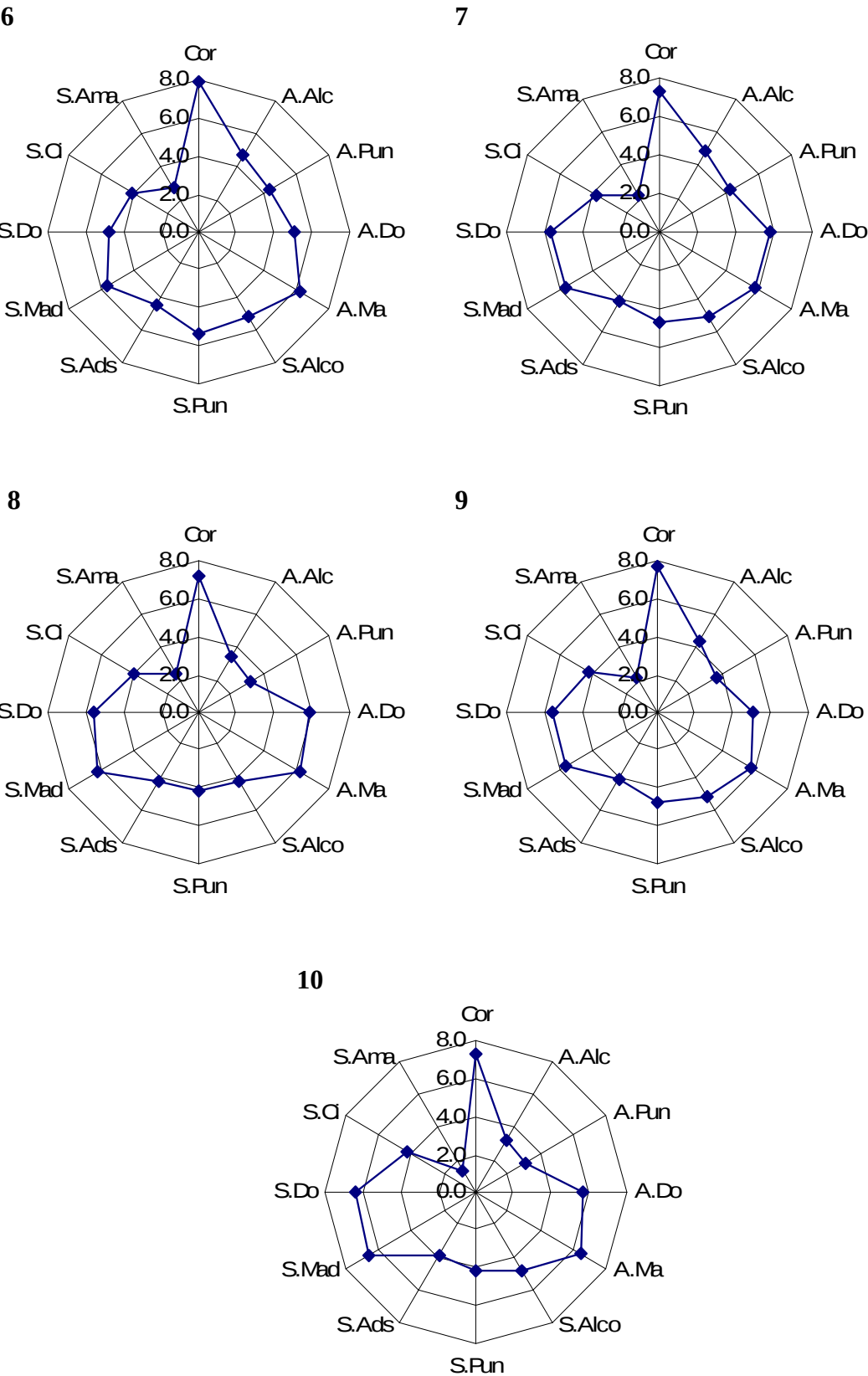


Figura 24. Gráfico aranha das amostras envelhecidas, segundo seus atributos sensoriais.

Finalmente está apresentada a tabela contendo a média das avaliações das amostras por atributo (Tabela 13). Através da diferença mínima significativa (DMS) obtida pelo teste de média de Tukey ($p \leq 0,05$), foi realizada a comparação entre as médias, visando determinar as cachaças que diferiram significativamente entre si.

A análise da Tabela 13 permite destacar os seguintes aspectos:

- ❖ Os descritores sensoriais diferenciaram as cachaças envelhecidas e não envelhecidas.
- ❖ Os atributos *aroma madeira* e *sabor madeira* mostraram diferenças significativas apenas entre os dois grupos de cachaças, mas não diferiu as pertencentes ao mesmo grupo.
- ❖ Foi observado maior *aroma* e *sabor doce* nas cachaças envelhecidas embora a cachaça 6 tenha apresentado nível de *doçura* semelhante a das amostras não envelhecidas.
- ❖ O *sabor adstringente* não resultou significativamente diferente entre as amostras envelhecidas, mas permitiu diferenciar as amostras de cachaças não envelhecidas, sendo a cachaça 2 significantemente mais *adstringente* que as cachaças 3 e 5.
- ❖ Um atributo que não se revelou capaz de diferenciar muito bem as cachaças foi o *sabor cítrico*. Neste caso, apenas as amostras 2 e 10 se destacaram por deferirem significativamente entre si, devido aos seus extremos de intensidade, maior e menor, respectivamente.

- ❖ Como esperado, o *aroma alcoólico* e *pungente* foram analisados como mais intensos nas cachaças não envelhecidas, sendo mais pronunciados na amostra 2 e menos intensos nas amostras 8 e 10. No entanto, duas amostras de cada grupo de cachaça mostraram-se intermediárias com relação a estes atributos: as amostras não envelhecidas 3 e 5 e as amostras envelhecidas 6 e 7.
- ❖ Houve quase completa concordância entre os resultados observados para *aroma* e *sabor alcoólico*, cabendo destacar a amostra 2 que apresentou *sabor alcoólico* tão intenso que diferiu significativamente de todas as outras. Ainda, a amostra 8 foi classificada como a de menor *sabor alcoólico*, não diferindo significativamente apenas da amostra 10.
- ❖ Com relação ao atributo *sabor pungente*, também houve concordância em geral com os atributos acima, mas as diferenças entre as amostras não foram tão destacadas.
- ❖ O *gosto amargo* permitiu diferenciar a amostra 2 como significantemente a mais amarga que todas as outras. Além disso, cabe destacar a cachaça 6 que apresentou intensidade de amargor semelhante a das amostras não envelhecidas.
- ❖ As cachaças 8 e 10, que apresentaram maior intensidade para os atributos considerados mais agradáveis e associados ao processo de envelhecimento, também foram as amostras que apresentaram *cor amarelo-ouro* mais intensa. Já a amostra 6, a cachaça que mais se assemelhou ao grupo de bebidas não envelhecidas, foi classificada como tendo a menor intensidade da coloração.

- ❖ Comparando o perfil das marcas que foram avaliadas antes e após o envelhecimento (3/6, 4/7 e 5/10), observa-se quão importante é o processo de envelhecimento, uma vez que as cachaças não envelhecidas e envelhecidas apresentaram entre si diferenças significativas para todos os atributos avaliados. Este resultado está em concordância com o estudo de CARDELLO e FARIA (1998), o qual indicou significativa influência do envelhecimento da cachaça em tonéis de carvalho sobre os atributos sensoriais. Semelhantemente ao presente estudo, houve pronunciado aumento das características *aroma de madeira*, *doçura inicial e final*, *coloração amarela*, *gosto inicial e residual de madeira*, sendo que os atributos *sabor inicial e residual de álcool*, *aroma alcoólico* e *agressividade* apresentaram-se significativamente menos intensos.
- ❖ Destaca-se também que, mesmo sem passar pelo período de envelhecimento, as amostras 3 e 5 assemelharam-se às cachaças envelhecidas de um modo geral, citando-se os atributos *aroma alcoólico*, *aroma pungente*, *sabor alcoólico* e *sabor adstringente*.
- ❖ Do grupo das bebidas envelhecidas, por sua vez, pode-se considerar que o processo de envelhecimento mostrou-se menos eficiente na cachaça 6, no sentido de proporcionar características desejáveis à bebida (menor intensidade dos atributos *aroma alcoólico*, *aroma pungente*, *sabor alcoólico*, *sabor pungente* e *gosto amargo*; e maior intensidade dos atributos *aroma* e *sabor adocicados*). Estudos anteriores utilizando técnicas sensoriais de análise descritiva quantitativa (CARDELLO; FARIA, 1998) e análise de tempo-intensidade (CARDELLO; FARIA, 1999) confirmam a mudança significativa do perfil sensorial de cachaças envelhecidas, citando-se aumento da *doçura* e *sabor de madeira* e diminuição do *sabor alcoólico* e *sabor de madeira* como

características temporais da bebida final. O resultado observado para a cachaça 6 então indica que possivelmente esta bebida foi misturada com maior quantidade de cachaça não envelhecida, no processo conhecido como “corte”.

- ❖ Em termos gerais, observa-se que a amostra 2 foi a que apresentou maiores características relativas a bebida recém destilada, e indesejáveis como características do produto final (*alto aroma alcoólico, sabor alcoólico, sabor pungente, sabor adstringente e gosto amargo/baixo sabor adocicado*). Por outro lado, a cachaça 10 foi a que apresentou maior intensidade dos atributos sensoriais considerados agradáveis, ou seja, resultantes do processo de envelhecimento (*alto sabor adocicado/ baixo aroma alcoólico, aroma pungente, sabor pungente e gosto amargo*).

Tabela 13. Média das avaliações das amostras por atributo e resultados do Teste de Média de Tukey.

Atributos	Amostras Não Envelhecidas				Amostras Envelhecidas					
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Cor	0 ^d	0 ^d	0 ^d	0,03 ^d	0,01 ^d	7,95 ^a	7,3 ^{bc}	7,24 ^c	7,69 ^{ab}	7,29 ^{bc}
Aalc	6,25 ^{ab}	7,13 ^a	4,99 ^c	6,16 ^{ab}	5,21 ^{bc}	4,62 ^c	4,85 ^c	3,42 ^{de}	4,33 ^{cd}	3,09 ^e
Apun	4,93 ^{ab}	5,76 ^a	4,5 ^{bc}	5,52 ^a	4,85 ^{ab}	4,37 ^{bc}	4,27 ^{bc}	3,14 ^d	3,63 ^{cd}	3,07 ^d
Aado	4,16 ^{bc}	3,67 ^c	3,96 ^c	4 ^c	4,01 ^c	5,06 ^{ab}	5,82 ^a	5,9 ^a	5,08 ^a	5,69 ^a
Anrad	0,84 ^b	0,55 ^b	0,93 ^{bc}	0,69 ^b	1,18 ^b	6,13 ^a	5,76 ^a	6,21 ^a	5,76 ^a	6,53 ^a
Salc	6,46 ^b	7,46 ^a	6,01 ^{bc}	6,44 ^b	5,93 ^{bcd}	5,18 ^{cde}	5,13 ^{de}	4,14 ^{ef}	5,15 ^{de}	4,74 ^e
Spun	5,35 ^{bc}	6,51 ^a	6,05 ^{ab}	5,95 ^{ab}	5,78 ^{ab}	5,35 ^{bc}	4,75 ^{cd}	4,16 ^d	4,79 ^{cd}	4,14 ^d
Sads	6,1 ^{ab}	6,75 ^a	5,66 ^b	5,84 ^{ab}	5,56 ^b	4,49 ^c	4,06 ^c	4,14 ^c	4,01 ^{cd}	3,84 ^c
Smad	0,86 ^b	0,48 ^b	0,9 ^b	0,83 ^b	0,87 ^b	5,6 ^a	5,75 ^a	6,13 ^a	5,68 ^a	6,55 ^a
Sado	4,29 ^{cd}	3,27 ^d	3,92 ^{cd}	3,98 ^{cd}	3,73 ^{cd}	4,77 ^{bc}	5,7 ^{ab}	5,62 ^{ab}	5,6 ^{ab}	6,39 ^a
Scit	3,31 ^{abc}	2,56 ^c	3,75 ^{ab}	3,18 ^{abc}	2,87 ^{bc}	4,05 ^a	3,78 ^{ab}	3,91 ^{ab}	4,2 ^a	4,29 ^a
Sama	5,07 ^b	6,32 ^a	3,97 ^{bc}	3,71 ^{cd}	4,41 ^{bc}	2,65 ^{de}	2,16 ^{ef}	2,34 ^{ef}	2,09 ^{ef}	1,3 ^f

Médias com letras iguais na mesma linha, não diferem significativamente entre si ($p \leq 0,05$).

6. **CONCLUSÕES**

Este trabalho possibilitou a caracterização sensorial de amostras comerciais de cachaça (envelhecidas e não envelhecidas), bebida tipicamente brasileira com alta importância econômica e social para o país.

O perfil sensorial das cachaças comerciais relevantes em diversas regiões do país foi traçado, sendo que, no geral, confirmou-se que o processo de envelhecimento proporcionou significativo aumento na intensidade dos atributos sensoriais relacionados à boa aceitação da bebida.

Os resultados da Análise Descritiva Quantitativa também permitiram definir os principais termos descritores da cachaça.

A utilização de técnicas estatísticas não tradicionalmente empregadas na análise descritiva quantitativa, como análise Procrustes generalizada, teste de concondância entre provadores e análise de componentes principais da matriz AmostraXProvador por atributo, mostrou-se como uma ferramenta importante na avaliação dos resultados, ampliando a forma de explorar os dados e servindo como nova forma de validação da análise.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABRABRE. **Associação Brasileira de Bebidas**. Disponível em:
<<http://www.abrabe.org.br>>. Acesso em: 21 ago. 2005.

AGUILAR, C. A.; HOLLENDER, R.; ZIEGLER, G. R. Sensory characteristics of milk chocolate with lactose from spray-dried milk powder. **J Food Sci.** v.59, p.1239-1243, 1994.

AMERINE, M.A. **Principles of sensory evaluation of food**. New York: Academic, 1965. p.349-397.

ASTM. AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIAL **Guidelines for the selection and training of sensory panel members**. Philadelphia: ASTM, 1981.

AQUARONE, E.; LIMA U. A.; BORZANI, W. **Alimentos e bebidas produzidos por fermentação**. São Paulo: Edgard Blücher, 1983, v. 5, p. 243.

BRASIL. Decreto nº73.267, de 6 de dezembro de 1973 . Portaria nº371, de 9 de outubro de 1974. Destilados alcoólicos. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 10 out.1974.

BRASIL. Decreto nº2314, de 4 de setembro de 1997. Dispõe sobre a padronização, a classificação, o registro, a inspeção, a produção e a fiscalização de bebidas. Regulamenta a Lei nº8918 de 14 de julho de 1994. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Brasília,DF, 5 set. 1997.

BRASIL. Decreto nº 4062, de 21 de dez. de 2001. Define expressões “cachaça” e “cachaça do Brasil” como indicações geográficas e dá outras providências. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Brasília,DF, 3 jan. 2002.

CANAWAY, P. R. Sensory aspects of whisky maturation. In: PIGGOTT, J. R. (Ed.). **Flavour of Distilled Beverages: Origin and Development**. Chichester, UK: Ellis Horwood, 1983. p.83-189.

CARDELLO, H. M. A. B.; FARIA, J. B. Análise Descritiva Quantitativa de aguardente de cana durante o envelhecimento em tonel de carvalho (*Quercus alba* L.). **Rev. Ciênc. Tecnol.** v.18, p.169-175, 1998.

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. **Bol. SBCTA**, v.33, p.27-34, 1999.

CARDELLO, H. M. A. B.; FARIA, J. B. Análise da aceitação de aguardentes da cana por testes afetivos e mapa de preferência interno. **Ciênc. Tecnol. Aliment.**, v. 20, p. 32-36, 2000.

CARLUCCI, A.; GIROLAMI, A.; NAPOLITANO, F.; MONTELEONE, E. Sensory evaluation of young goat meat. **Meat Science**. v.50, p.131-136, 1998.

CLAASSEN, M.; LAWLESS, H. T. Comparison of descriptive terminology systems for sensory evaluation of fluid milk. **J Food Sci**. v.57, p.596-&, 1992.

DAMASIO, M. H.; COSTELL, E. Descriptive sensory analysis - generation of descriptors and selection of judges. **Revista de Agroquímica y Tecnología de Alimentos**. v.31, p.165-178, 1991.

DELARUE, J.; SIEFFERMANN, J. M. Sensory mapping using Flash profile. Comparison with a conventional descriptive method for the evaluation of the flavour of fruit dairy products. **Food Quality and Preference**. v.15 (4), p.383-392, 2004

FARIA, J. B. Sobre a produção de aguardente de cana. **Engarrafador Moderno**, n. 40, p.9-16, 1995.

FARIA, J. B.; FRANCO, D. W.; CARDELLO, H. M. A. B.; BÔSCOLO M.; LIMA NETO, B. S. Avaliação sensorial de aguardente de cana (*Saccharum officinarum* L.) durante o envelhecimento em tonéis de carvalho (*Quercus* sp). **Rev. Bras.Anal.Alim.**, v.1, p.7-14, 1995.

FARIA, J.B.; LOYOLA, E.; LOPEZ, M. G.; DUFOUR, J. P. Cachaça, Pisco and Tequila. In: LEA, A. G. H.; PIGGOTT, J. R. (Eds.). **Fermented Beverage Production**. 2nd. ed. New York: Kluwer Academic, 2003. p.335-346 (a).

FARIA, J. B.; CARDELLO, H. M. A. B.; BOSCOLO, M.; ISIQUE, W. D.; ODELLO, L.; FRANCO, D. W. Evaluation of Brazilian woods as an alternative to oak for cachacas aging. **European Food Research and Technology**. v.218, p.83-87, 2003(b).

GOWER, J. Generalised procrustes analysis. **Psychometrika**. V.51, p.33-51,1975.

ICEPA. Disponível em <<http://www.icepa.com.br/observatorio/noticias>>. Acesso em: 21 ago. 2005.

JAHAN, K.; PATERSON, A.; PIGGOTT, J. R. Sensory quality in retailed organic, free range and corn-fed chicken breast. **Food Res Int.** v.38, p.495-503, 2005.

JANZANTTI, N. S. **Compostos voláteis e qualidade de sabor da cachaça**. Campinas, SP. 2004. 200 p. Tese (Doutorado). Faculdade de Engenharia de Alimentos. Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2004.

JELLINEK, G. **Sensory Evaluation of Food-Theory and Practice**. Chichester, England: Ellis Horwood, 1985. p. 429.

LAWLESS, H. T.; HEYMANN, H. **Sensory Evaluation of Food**. Gaithersburg, Maryland: Aspen Publishers, 1999. p. 530.

LEE, K. Y. M.; PATERSON, A.; PIGGOTT, J. R.; RICHARDSON, G. D. Sensory discrimination of blended Scotch whiskies of different product categories. **Food Qual Prefer.** v.12, p.109-117, 2001.

LIMA, U. A. **Fabricação em pequenas destilarias**. Piracicaba: Fundação Estudos Agrários "Luiz de Queiroz", 1999. p. 187.

LIMA, U. A. Produção nacional de aguardentes e potencialidade dos mercados internos e externos. In: MUTTON, M. J. R.; MUTTON, M. A. (Eds). **Aguardente de cana: produção e qualidade**. Jaboticabal: FUNEP, 1992. p. 151-163.

LIMA, U. A. Aguardente. In: AQUARONE, E.; LIMA, U. A.; BOZANI, W. **Alimentos e bebidas produzidas por fermentação**. São Paulo: Edgar Blucher, 1983. v.5, p. 79-103.

MEILGAARD, M.; CIVILLE, G. V.; CARR, B. T. **Sensory Evaluation Techniques**. Boca Raton: CRC Press Inc., 1987. v. 2, 159 p.

MINITAB. Statistical Software for Windows. Version 14: Minitab Inc. 1CD-ROM.

MURRAY, J. M.; DELAHUNTY, C. M.; BAXTER, I. A. Descriptive sensory analysis: past, present and future. **Food Res Int.** v.34, p.461-471, 2001.

MUÑOZ, A. M.; CIVILLE, G. V.; CARR, B. T. **Sensory evaluation in quality control**. New York: Van Nostrand Reinhold, 1992. p. 240.

MOSKOWITZ, H. R. **Product testing and sensory evaluation of foods**. Westport: Food & Nutrition Press, 1983. p.605.

MUÑOZ, A. M.; CIVILLE, G. V.; CARR, B. T. **Sensory Evaluation in Quality Control**. New York: Van Reinhold, 1992. p. 23-51.

NISHIMURA, K.; MATSUYAMA, R. Maturation and maturation chemistry. In: PIGGOTT, J. R.; SHARP, R.; DUNCAN, R.E.B. (Eds). **The science and technology of whiskies**. England: Longman Scientific & Technical, 1989. cap. 8, p.237.

NISHIMURA, K.; ONISHI, M.; MASUDA, M.; KOGA, K.; MATSUMAYAMA, R. Chemical analysis of whisky maturation. In: PIGGOTT, J. R. (Ed.). **Flavour of Distilled Beverages: Origin and Development**. Chichester, UK: Ellis Horwood, 1983. p.241.

PIGGOTT, J. R.; CONNER, J. M. Whiskies. In: Lea, A.G.H.; Piggott, J.R. (eds.) **Fermented Beverage Production**. London: Blackie Academic & Professional, 1995. p. 247-274.

PIGGOTT, J. R.; HUNTER, E. A. Evaluation of assessor performance in sensory analysis. **Italian Journal of Food Science**. v.11, p.289-303, 1999.

POWERS, J. J. Uses of multivariate methods in screening and training sensory panelists. **Food Technology**. v.42, p.123&, 1988.

REAZIN, G. H. Chemical analysis of whisky maturation. In: PIGGOTT, J. R. (Ed.). **Flavour of Distilled Beverages: Origin and Development**. Chichester, UK: Ellis Horwood, 1983. p.225-240.

SENSTOOLS. Multivariate analysis for sensory and consumer research. Version. 2.0: OP&P. 1CD-ROM.

SINGLETON, V. L. Maturation of wines and spirits: comparison, facts and hypotheses. **American Journal of Enology and Viticulture**, v. 46, p. 98-115, 1995.

STONE, H.; SIDEL, J. **Sensory evaluation practices**. New York: Academic Press, 1993. 338 p.

STONE, H.; SIDEL, J.; OLIVER, S.; WOOLSEY, A.; SINGLETON, R. C. Sensory Evaluation by Quantitative Descriptive Analysis. **Food Technology**, v. 28, p. 24-34, 1974.

SULMONT, C.; LESSCHAEVE, I.; SAUVAGEOT, F.; ISSANCHOU, S. Comparative training procedures to learn odor descriptors: Effects on profiling performance. **Journal of Sensory Studies**. v.14, p.467-490, 1999.

UNSCRAMBLE. Multivariate Analysis. Version 7.6: Camo. CD-ROM.

YOKOYA, F. **Fabricação da aguardente de cana**. Campinas: Fundação Tropical de Pesquisas e Tecnologia “André Tosello”, 1995. p. 2, 23-26 e 42.

WIKWPEDIA. The free enciclopedia. <Disponível em:
<<http://en.wikipedia.org/wiki/Ageusia>>. Acesso em: 21 ago. 2005.

WILDENRADT, H.L.; SINGLETON, V.L. The production of aldehydes as a result of oxidation of polyphenolic compounds and its relation to wine aging. **Am. J. Enol. Vitic.**, v.25, p.119-26, 1984.