

CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS E SENSORIAIS DE CERVEJAS FABRICADAS COM FÉCULA DE MANDIOCA COMO COMPLEMENTO DO MALTE\*

MARNEY PASCOLI CEREDA\*\*  
SÉRGIO EDUARDO SOARES\*\*\*  
ROBERTO DE OLIVEIRA ROÇA\*\*

A maior parte das matérias-primas empregadas nas cervejarias brasileiras (malte e lúpulo) ainda dependem de importação. As indústrias cervejeiras utilizam um complemento amiláceo para, entre outros fatores, aumentar o rendimento do malte. O complemento amiláceo, segundo a legislação brasileira, pode substituir até 40% do peso de malte. Os complementos mais usados no Brasil são o "gritiz" de milho e a quirera de arroz. O trabalho realizado propõe o uso alternativo da fécula de mandioca como complemento do malte. Para avaliar esse complemento foram processadas cervejas, em três formulações: 100% malte (padrão), 80% malte/20% fécula e 60% malte/40% fécula. O processamento adotado para as cervejas foi a mosturação pelo método da infusão ascendente. As cervejas obtidas foram engarrafadas, pasteurizadas e armazenadas. A matéria-prima (malte e fécula), os mostos e as cervejas foram submetidas a análise de acompanhamento. As cervejas foram avaliadas sensorialmente quanto ao sabor, aroma, transparência, cor, corpo e preferência. A análise estatística dos dados obtidos não evidenciou diferença significativa de qualidade entre as cervejas elaboradas com 20 e 40% de fécula quando comparadas com os obtidos com 100% de malte.

1 INTRODUÇÃO

Os ingredientes imprescindíveis para fabricação (clássica) da cerveja são: malte, água e leveduras. Em alguns países, o lúpulo que proporciona aroma e sabor, pode não ser empregado. O malte, em geral obtido da cevada, fornece ao mesmo tempo o amido e as enzimas necessárias para convertê-lo em açúcares fermentescíveis. Um malte de boa qualidade, apresenta enzimas capazes de sacarificar mais amido do que seu próprio. Para melhor aproveitamento das

\* Trabalho desenvolvido com auxílio da FAPESP  
\*\* Professor do Departamento de Tecnologia dos Produtos Agropecuários - FCA - Botucatu - UNESP  
\*\*\* Bolsista da FAPESP

enzimas do malte, pode-se então utilizar o adjunto ou complemento do malte, que tem sido definido segundo COORS (1976), como cereal não maltado ou fonte de carboidrato de origem vegetal, com pouca ou nenhuma atividade enzimática, contribuindo ou não para com o sabor da cerveja produzida. Portanto, qualquer vegetal que contenha amido, pode, teoricamente, ser usado como complemento ou adjunto do malte. Para sua escolha deve ser levado em consideração principalmente o valor econômico, além das formas de utilização e teor de amido. Os mais comumente empregados são: milho, arroz, trigo e a própria cevada não maltada. Dentre eles destaca-se o milho na forma de cangica ou "gritz", e a quirera de arroz. Outros complementos como o trigo e a cevada são descartados por serem na sua maioria importados. O milho, é usado na forma de cangica ou "gritz", apesar de ser um cereal bastante empregado na alimentação humana e animal. As indústrias cervejeiras têm dado preferência a quirera de arroz como complemento.

Segundo a legislação vigente (BRASIL, 1974), parte do malte pode ser substituído por cereais maltados ou não, e por carboidratos de origem vegetal, desde que não ultrapassem 40% do peso total do malte da formulação. Sua vantagem, qualquer que seja a origem botânica, está no baixo teor de outras substâncias (proteínas e gorduras), embora o custo possa ser maior do que o dos complementos tradicionais. Também BUSCH & O'DONNELL (1985) citaram o menor custo, a melhoria do sabor, da fermentabilidade e do armazenamento, o aumento da estabilidade da espuma e a maior facilidade na filtração como vantagens da utilização dos adjuntos na fabricação da cerveja. Apesar disso, pouco se tem estudado sobre as características da cerveja fabricada com essas misturas.

Em outros países onde a matéria-prima é quase que totalmente importada, há estudos sobre o uso alternativo de complementos do malte ou mesmo de sua substituição por produtos nativos ou de cultivo em larga escala nessas regiões (DHAMIJA & SINGH, 1979; HUG & PFENNINGER, 1980; VENKATANARAYANA et al, 1979).

O amido purificado, qualquer que seja a origem botânica, é igual do ponto de vista químico, porém difere bastante quanto a reologia. CEREDA et al (1988), estudando o comportamento reológico da farinha obtida de "gritz" de milho e de "quirera" de arroz em comparação com a fécula de mandioca, observaram que os grânulos de amido de mandioca gomificam-se à temperatura inferior a dos demais adjuntos, além de fornecer maior quantidade de açúcares por unidade de peso.

Embora pouco utilizado no Brasil, como complemento do malte, a fécula de mandioca poderia ser de considerável potencial devido ao seu baixo teor de proteína e óleo (responsáveis por características indesejáveis da cerveja). O presente trabalho pretende avaliar o uso da fécula de mandioca como opção dos complementos tradicionais na fabricação de cerveja. Para isso foram comparadas, através análises físico-químicas e sensoriais, cervejas elaboradas com 100% de malte e cervejas elaboradas com complemento de fécula de mandioca (20 e 40%).

## 2 MATERIAL E MÉTODOS

Foram ensaiadas três formulações da mistura malte/fécula: 100% malte (padrão); 80% malte/20% fécula e 60% malte/40% fécula (li-

mite constante na legislação) (BRASIL, 1974).

Foram utilizados malte cervejeiro importado cedidos por indústrias cervejeiras e designado de A e B, fécula de mandioca comercial marca Royal, lúpulo peletizado e levedura em cultura pura, da espécie *Saccharomyces uvarum*. O malte foi submetido a análises de umidade, proteína, matéria graxa, açúcares redutores totais e poder diastásico ( $^{\circ}$ Lintner), segundo metodologia preconizada pela AMERICAN SOCIETY OF BREWING CHEMISTS - ASBC (1958). A fécula de mandioca foi submetida a análises de umidade, proteína, matéria graxa, açúcares redutores totais e amido (ASBC, 1958).

Para as três formulações adotou-se o processo tradicional de infusão ascendente com adaptação da temperatura de cozimento do complemento do malte para a faixa de gomificação da fécula de mandioca ( $75^{\circ}\text{C}$ ) (CEREDA et al, 1988). As quantidades de matéria-prima foram calculadas para obtenção de seis litros de cerveja, sem complementação (Figura 1) e complementada (Figura 2), segundo PRESCOTT & DUNN (1959). O fermento foi preparado inoculando-se assepticamente, a cultura pura, de *Saccharomyces uvarum* em 60 ml de mosto esterilizado e diluído a  $10^{\circ}$  Brix, sem lúpulo, incubando-se a  $30^{\circ}\text{C}$  por 24 horas. Após a incubação essa cultura foi inoculada em 600 ml de mosto lupulado e esterilizado (preparado a  $12^{\circ}$  Brix, incubado a  $20^{\circ}\text{C}$  por 24 horas) e esse inóculo transferido para seis litros de mosto preparado segundo o esquema das Figuras 1 e 2.

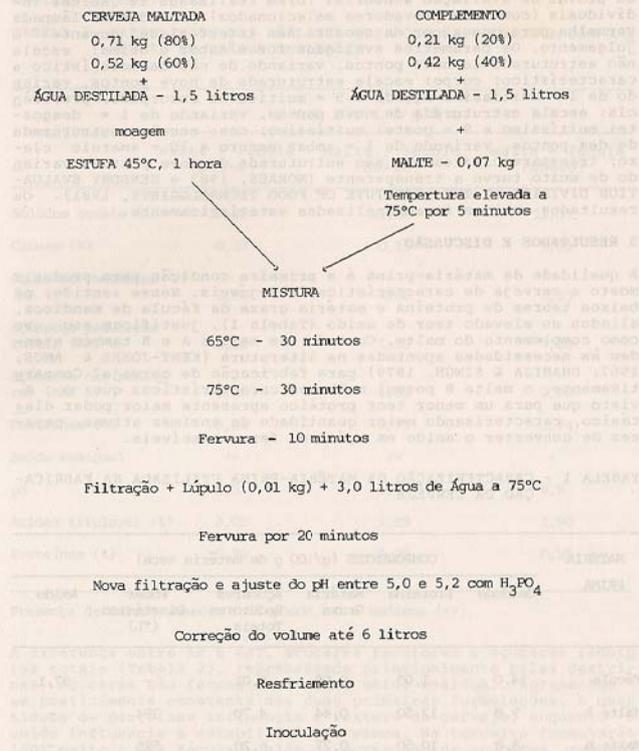
Determinou-se sólidos totais (umidade), cinzas, pH, acidez titulável e proteínas do mosto, segundo metodologia recomendada pela ASSOCIATION OF OFFICIAL AGRICULTURE CHEMISTS - AOAC (1960). Açúcares redutores e redutores totais, segundo SOMOGYI (1945), NELSON (1944) e ASBC (1958). Os açúcares não redutores foram calculados por diferença. As dextrinas foram avaliadas segundo ASBC (1958), pela fórmula D (dextrina) =  $0,9$  (açúcares redutores totais -  $1,053$  x açúcares redutores). O amido residual foi avaliado pela reação com lugol, segundo ASBC (1958).

A fermentação foi realizada em câmara refrigerada a  $12^{\circ}\text{C}$ , durante 7 dias. Após a fermentação, a cerveja foi transferida assepticamente para botijões plásticos com tampa de rosca, a fim de conter o  $\text{CO}_2$  formado. A transferência foi feita com cuidado para manter no fundo o material depositado. A temperatura de maturação foi de  $4^{\circ}\text{C}$  e a duração de 20 dias. A cerveja maturada foi transferida, também eliminando-se o depósito, para garrafas de 600 ml, cor ambar, normalmente empregadas em cervejarias, fechando-se com tampas metálicas. A pasteurização foi feita mergulhando-se as garrafas em banho-maria por 45 minutos a  $65^{\circ}\text{C}$ . Após a pasteurização, as garrafas foram resfriadas e armazenadas sob refrigeração para posterior análise da cerveja. Além das já descritas para o mosto, as cervejas foram analisadas quanto a cor e turbidez, conforme metodologia proposta por Stone & Gray (1946), citada por DE CLERCK (1957/1958). Esta metodologia recomenda a leitura espectrofotométrica da cerveja, em dois comprimentos de onda: 440 nm (máxima absorção) para cor e 660 nm (mínima absorção) para turbidez. Foi determinada também a densidade, pelo método do picnômetro (DE CLERCK, 1957/1958). O teor alcoólico foi determinado segundo metodologia preconizada pela AMERICAN SOCIETY OF BREWING CHEMISTS (1958) e o teor de  $\text{CO}_2$  por método titulométrico de Canizzaro, descrito por DE CLERCK (1957/1958). A efi-

FIGURA 1 - ESQUEMA DE MOSTURAÇÃO E QUANTIDADE DE MATÉRIA-PRIMA NECESSÁRIA PARA OBTENÇÃO DE 6 LITROS DE CERVEJA A 3,7° GL, SEM COMPLEMENTAÇÃO DO MALTE

CEVADA MALTADA  
0,89 kg (100%)  
+  
ÁGUA DESTILADA - 3,0 litros  
moagem  
ESTUFA - 45°C, 1 hora  
MISTURA (35°C)  
65°C - 30 minutos  
75°C - 30 minutos  
FERVURA - 10 minutos  
Filtração + Lúpulo 0,01 kg + 3,0 litros de Água a 75°C  
Fervura por 20 minutos  
Nova filtração e ajuste do pH entre 5,0 e 5,2 com  $H_3PO_4$   
Correção do volume até 6 litros  
Resfriamento  
Inoculação

FIGURA 2 - ESQUEMA DE MOSTURAÇÃO E QUANTIDADE DE MATÉRIA-PRIMA NECESSÁRIA PARA OBTENÇÃO DE 6 LITROS DE CERVEJA A 3,7°GL, UTILIZANDO FÉCULA DE MANDIOCA COMO COMPLEMENTO DO MALTE (20 e 40%)



ciência da pasteurização foi avaliada através da semeadura de alíquotas da cerveja em agar-extrato de malte e levedura. As placas foram incubadas a 30°C por 48 horas.

Para avaliação sensorial das cervejas obtidas, utilizou-se o teste triangular para seleção de provadores (AMERINE, 1965). Todas as provas de avaliação sensorial foram realizadas em cabines individuais (com seis provadores selecionados) providas de lâmpada vermelha para que a cor da amostra não interferisse durante o julgamento. Os parâmetros avaliados foram sabor e aroma: escala não estruturada de nove pontos, variando de não característico a característico; corpo: escala estruturada de nove pontos, variando de 1 = muitíssimo aquada a 9 = muitíssimo encorpada; preferência: escala estruturada de nove pontos, variando de 1 = desgostei muitíssimo a 9 = gostei muitíssimo; cor: escala estruturada de dez pontos, variando de 1 = ambar escuro a 10 = amarelo claro; transparência: escala não estruturada de nove pontos, variando de muito turvo a transparente (MORAES, 1983 e SENSORY EVALUATION DIVISION OF THE INSTITUTE OF FOOD TECHNOLOGISTS, 1981). Os resultados obtidos foram analisados estatisticamente.

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A qualidade da matéria-prima é a primeira condição para produzir mosto e cerveja de características desejáveis. Nesse sentido, os baixos teores de proteína e matéria graxa da fécula de mandioca, aliados ao elevado teor de amido (Tabela 1), justificam seu uso como complemento do malte. Contudo, os maltes A e B também atendem às necessidades apontadas na literatura (KENT-JONES & AMOS, 1967; DHAMIJA & SINGH, 1979) para fabricação de cerveja. Comparativamente, o malte B possui melhores características que o A, visto que para um menor teor protéico apresenta maior poder diastático, caracterizando maior quantidade de enzimas ativas, capazes de converter o amido em açúcares fermentescíveis.

TABELA 1 - CARACTERIZAÇÃO DA MATÉRIA-PRIMA UTILIZADA NA FABRICAÇÃO DA CERVEJA

MATÉRIA PRIMA	COMPONENTES (g/100 g de matéria seca)					
	Umidade	Proteína	Matéria Graxa	Açúcares Redutores Totais	Poder Diastático (°L)	Amido
Fécula	14,0	1,05	0,08	0,01	-	97,1
Malte A	9,8	12,50	0,44	4,70	394	-
Malte B	8,8	10,50	0,27	6,20	525	-

Os mostos obtidos na fabricação com maltes A e B e fécula de mandioca, tiveram aumento em açúcares redutores à medida que aumentou a participação do complemento (Tabelas 2 e 3). Estes açúcares têm papel importante pois constituem material fermentescível aumentando o rendimento do malte e influenciando assim o teor alcoólico da cerveja.

TABELA 2 - RESULTADOS DAS ANÁLISES DOS MOSTOS PRODUZIDOS COM MALTE A, EM TRÊS FORMULAÇÕES

Análises	FORMULAÇÃO (%)		
	malte + fécula (100+0)	malte + fécula (80+20)	malte + fécula (60+40)
Sólidos totais (%)	10,29	11,96	12,37
Cinzas (%)	0,17	0,13	0,02
Açúcares redutores (AR %)	3,92	4,88	5,33
Açúcares redutores totais (ART %)	5,02	5,93	7,55
Açúcares não redutores (ANR %)	1,10	1,05	2,22
Dextrinas (%)	0,80	0,71	1,74
Amido residual	++	++	+
pH	5,3	5,4	4,9
Acidez titulável (%)	2,03	1,89	1,90
Proteínas (%)	0,30	0,29	0,28

Presença de amido: ausente (-), pouco (+) e mediano (++)

A diferença entre AR e ART, açúcares redutores e açúcares redutores totais (Tabela 2), representada principalmente pelas dextrinas, açúcares não fermentescíveis e amido residual, apresentou-se praticamente constante nas duas primeiras formulações. A quantidade de dextrinas influencia a textura da cerveja, enquanto o amido influencia a estabilidade da mesma. Na terceira formulação (60% malte + 40% fécula), além do acréscimo de açúcares redutores em relação as outras formulações (Tabela 2), houve alteração no perfil deles, evidenciado pelo aumento no teor de açúcares não redutores. Essa característica, melhor evidenciada pelo cálculo de dextrinas, é determinada pelo tipo de enzimas do malte.

Com relação aos sólidos totais, observou-se aumento nos valores à medida que se adicionou mais complemento (Tabela 2) e isto pode ser atribuído ao aumento de material solúvel, extrato oriundo da hidrólise da fécula de mandioca.

A diminuição do teor de proteínas com o aumento da adição do complemento (Tabela 2) pode ser atribuída ao teor mais elevado no malte, ocorrendo portanto diluição à medida que se aumenta o teor de fécula de mandioca. Quanto aos valores de pH e acidez titulável, as variações foram pouco acentuadas, mostrando que não há alteração destes parâmetros com a adição de complemento. A diminuição no teor protéico da cerveja, à medida que se aumenta o teor de fécula de mandioca, foi também encontrada por (DHA MIJA & SINGH (1979) e CEREDA et al (1988).

TABELA 3 - RESULTADOS DAS ANÁLISES DOS MOSTOS PRODUZIDOS COM MALTE B, EM TRÊS FORMULAÇÕES

Análises	FORMULAÇÃO (%)		
	malte + fécula (100+0)	malte + fécula (80+20)	malte + fécula (60+40)
Sólidos totais (%)	8,37	11,26	10,50
Cinzas (%)	0,24	0,24	0,18
Açúcares redutores (AR %)	2,61	4,00	4,31
Açúcares redutores totais (ART %)	2,73	4,20	4,55
Açúcares não redutores (ANR %)	0,12	0,20	0,24
Dextrinas (%)	0,02	0,01	0,01
Amido residual	++	+	+
pH	4,6	4,8	4,7
Acidez titulável (%)	1,88	1,74	1,72
Proteínas (%)	0,56	0,52	0,39

Presença de amido: ausente (-), pouco (+) e mediano (++)

Os teores de açúcares do mosto confeccionado com o malte B (Tabela 3), foram aumentados de forma semelhante, à medida que foi usada maior quantidade de complemento, mas nota-se que os valores foram inferiores aos obtidos com o malte A (Tabela 2). Esse fato é compensado pelo baixo teor de açúcares não redutores e dextrinas, evidenciando melhor atuação enzimática. Quanto ao perfil dos açúcares (Tabela 3) observou-se que o malte B proporcionou aumentos nos teores de açúcares redutores, porém manteve

praticamente constante as dextrinas, para as três formulações. Este tipo de perfil prenuncia cerveja menos encorpada. Com relação aos sólidos totais (Tabela 3), o padrão foi o mesmo obtido com o malte A, devido ao acréscimo de substâncias solúveis, apesar das pequenas diferenças nas três formulações. Os teores protéicos apresentaram também o padrão esperado, assim como os valores de pH e acidez titulável, porém ligeiramente superiores ao mosto fabricado com malte A. Em condições semelhantes, DHAMIJA & SINGH (1979), obtiveram 0,50% de proteína para o mosto contendo somente malte, 0,38% para aquele contendo 80% de malte e 0,31% para aquele contendo 65% de malte.

Quanto aos mostos fabricados apenas com malte, ambos apresentaram características desejáveis para produção de cerveja de boa qualidade. Por sua vez, os mostos produzidos com adição de fécula não apresentaram diferenças químicas suficientes que levassem a supor a produção de cervejas de qualidade inferior, pelo contrário, quimicamente as características de todos os mostos são favoráveis a produção de cerveja de boa qualidade.

A redução nos teores de açúcares das cervejas (Tabelas 4 e 5) em relação aos mostos, pode ser atribuída à fermentação. No caso de açúcares redutores e redutores totais na primeira partida (Tabela 4), observou-se uma redução em torno de 90% do teor inicial de açúcar, o que indica que praticamente todo ele foi consumido na fermentação, originando uma cerveja mais estabilizada. Já no caso da segunda partida (Tabela 5), observou-se redução em torno de 50-70%, mostrando que a fermentação, neste caso, foi menos eficiente. Nos produtos das duas partidas com complemento de fécula, notou-se igualmente maior consumo de açúcares e como consequência maior eficiência de fermentação.

Em ambas as partidas houve aumento de acidez provocado principalmente pela liberação de metabólitos por microrganismos. A precipitação de materiais e células de leveduras nessa fase é considerada normal. Uma consequência dessa precipitação, foi a queda do teor protéico do mosto, após a fermentação em todas as formulações, excetuando-se o padrão (100% malte) (Tabelas 4 e 5). A explicação, segundo a literatura, deve-se ao consumo de aminoácidos pelas leveduras e a precipitação das proteínas durante a fermentação denominada de "trub", removidos durante a transferência da cerveja no final da fermentação CEREDA, 1983).

Em todas as cervejas fabricadas, a cor apresentou níveis decrescentes de intensidade, à medida que se aumentou a concentração do complemento. Este fato, também foi observado em trabalhos realizados por RAJAGOPAL (1977) e DHAMIJA & SINGH (1979). Entretanto, a primeira partida (Tabela 4) mostrou-se mais clara que a segunda (Tabela 5), com valores de absorvância menores, fato esse explicado pela diferença no malte empregado. Com relação à adição de fécula de mandioca, não foram detectadas as diferenças na turbidez das cervejas.

A densidade das cervejas interfere na característica do "corpo", evidenciada na dificuldade relativa no momento da deglutição, e que permite classificar cerveja em tipos. Nas duas partidas de cervejas elaboradas apenas com malte, os valores de densidade mantiveram-se praticamente os mesmos. Com a adição de complemento, notou-se decréscimo da densidade, o que classifica a cerveja

TABELA 4 - RESULTADOS DAS ANÁLISES DA PARTIDA DE CERVEJA ELABORADA COM MALTE A, EM TRÊS FORMULAÇÕES

Análises	FORMULAÇÃO (%)		
	malte + fécula (100+0)	malte + fécula (80+20)	malte + fécula (60+40)
Sólidos totais (%)	2,66	2,01	3,20
Açúcares redutores (AR %)	0,50	0,62	0,40
Aç. redutores totais (ART %)	0,53	0,65	0,73
Aç. não redutores (ANR %)	0,03	0,03	0,33
Dextrinas (%)	0,00	0,00	0,28
Amido residual	++	++	-
Cinzas (%)	0,06	0,08	0,21
pH	4,4	4,1	4,3
Acidez titulável (%)	1,50	1,50	1,80
Proteínas (%)	0,29	0,15	0,17
Cor (A%)	40	39	29
Turbidez (T%)	88	84	94
Densidade (g/ml)	1,01005	1,00878	1,00769
Teor alcoólico (°GL)	2,6	3,1	3,7
CO <sub>2</sub> (mg)	7,96	7,00	10,60

Presença de amido: ausente (-), pouco (+) e mediano (++)

como menos encorpada.

O teor alcoólico das cervejas obtidas, nas duas partidas, permitiu classificá-las nos padrões de médio teor alcoólico, segundo as NORMAS TÉCNICAS RELATIVAS A ALIMENTOS E BEBIDAS (BRASIL, 1974). Na segunda partida, observa-se que o teor alcoólico foi mais elevado, mostrando maior eficiência na fermentação. A cerveja com maior quantidade de fécula, e conseqüentemente, com maior quantidade de açúcares fermentescíveis, apresentou maior grau alcoólico.

Os teores obtidos para CO<sub>2</sub> foram baixos se comparados aos encontrados em cervejas comerciais. Nesse caso, após a filtração as garrafas recebem um acréscimo de CO<sub>2</sub>, se necessário, a fim de alcançar o nível de carbonatação desejável. Levando-se em conta que esse procedimento não é acessível ao processamento em laboratório, pode-se considerar como aceitáveis os teores de CO<sub>2</sub> obtidos em todas as cervejas. Também foi considerada a eficiência da pasteurização das cervejas pela ausência de microrganismos viáveis (contagem padrão em placas) nas duas partidas.

TABELA 5 - RESULTADOS DAS ANÁLISES DA PARTIDA DE CERVEJA ELABORADA COM MALTE B, EM TRÊS FORMULAÇÕES

Análises	FORMULAÇÃO (%)		
	malte + fécula (100+0)	malte + fécula (80+20)	malte + fécula (60+40)
Sólidos totais (%)	4,12	3,80	4,06
Açúcares redutores (AR %)	1,14	1,06	1,44
Aç.redutores totais (ART %)	1,27	1,25	1,49
Aç.não redutore (ANR %)	0,13	0,19	0,05
Dextrinas (%)	0,06	0,12	0,02
Amido residual	++	+	+
Cinzas (%)	0,20	0,16	0,07
pH	4,1	3,8	3,5
Acidez titulável (%)	2,20	1,92	1,90
Proteínas (%)	0,33	0,29	0,25
Cor (A%)	52	41	40
Turbidez (T%)	72	78	81
Densidade (mg/l)	1,01098	1,00783	1,00688
Teor alcoólico (°GL)	3,0	3,8	4,7
CO <sub>2</sub> (mg)	12,32	12,45	9,99

Presença de amido: ausente (-), pouco (%) e mediano (++)

As características sensoriais (Tabela 6) não mostraram diferenças significativas entre as formulações ensaiadas, apesar das diferenças observadas nas análises químicas. O fato de que não influíram de uma forma significativa na avaliação sensorial, mostrou que não foi sentida diferença entre a cerveja contendo somente malte (padrão) e a cerveja complementada com fécula de mandioca.

TABELA 6 - VALORES MÉDIOS DAS CARACTERÍSTICAS SENSORIAL DE CERVEJAS OBTIDAS COM DOIS TIPOS DE MALTE, EM TRÊS FORMULAÇÕES

FORMULAÇÕES	SABOR	AROMA	TRANSPARÊNCIA	COR	CORPO	PREFERÊNCIA
A (100% malte/0% fécula)	4,56a	5,46b	4,59c	2,51d	2,24e	2,27f
B (80% malte/20% fécula)	5,25a	5,68b	3,89c	2,54d	2,23e	2,28f
C (60% malte/40% fécula)	5,33a	5,74b	6,30c	2,86d	2,25e	3,25f

As médias seguidas da mesma letra em cada coluna não diferem significativamente ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

#### 4 CONCLUSÕES

Nas condições experimentais do presente trabalho, concluiu-se que a fécula de mandioca pode substituir o malte na fabricação de cervejas, em até 40%. As cervejas elaboradas com essas porcentagens, de 20 a 40% de fécula, apresentaram qualidade comparável às obtidas com 100% de malte.

#### Abstract

Most of the malt and hop used in Brazilian breweries is imported, and an amilaceous adjunct is used to increase the malt yield. The amilaceous adjunct, according to Brazilian legislation, can substitute for up to 40% of all the malt weight. Corn gritz and broken grains of rice are the most usual adjuncts used in Brazil. In this paper the alternative use of cassava starch as a malt adjunct is proposed. To evaluate this adjunct three kinds of beer were processed utilizing about 3 formulations: 100% malt (reference pattern), 80% malt/20% cassava starch and 60% malt/40% cassava starch, and the ascendent infusion mashing method was employed. The beers were bottled, pasteurized and stored. The raw materials (malt and the cassava starch), the worts and the beers were submitted to attendance assays. The beers were evaluated by: taste, aroma, transparency, color, texture and preference. According to the results obtained from the sensorial evaluating group the differences observed in the physical-chemical analysis were not enough to influence the traits adapted for the sensorial analysis, for the beers made up 20 and 40% of cassava starch when compared with beers made up 100% barley malt.

#### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 01 AMERICAN SOCIETY OF BREWING CHEMISTS (ASBC). Methods of analysis of the ASBC. 6th ed. Medison, ASBC, 1958. 209 p.
- 02 AMERINE, M.A.; PANGBORN, R.M.; ROESSLER, E.B. Principles of sensory evaluation of foods. New York, Academic Press, 1965, 602 p.

- 03 ASSOCIATION OF OFFICIAL AGRICULTURAL CHEMISTS (AOAC). Official methods of analysis. 9th ed. Washington, AOAC, 1960. 832 p.
- 04 BRASIL. Decreto nº 73.267 de dezembro de 1973. Complementação dos padrões de identidade e qualidade: regulamentação geral de bebidas. Diário Oficial da União, Brasília, 19 de setembro de 1974. Seção 1, p. 27-30 2 70-72 (Edição Suplementar).
- 05 BUSCH, G.J. & O'DONNELL, D.C. Adjuncts used in brewing. Food Technol.Aust., 37(1):28-30, 1985.
- 06 CEREDA, M.P. Cerveja. In: BORZANI, W. Alimentos e bebidas produzidos por fermentação. São Paulo, E. Blücher, 1983. v. 5.
- 07 CEREDA, M.P.; BAPTISTA, M.; GOLDONI, J.S.; GOMES, M.I.F.V. Estudo comparativo de três complementos na fabricação de cerveja. Rev.Bras.Mand., 4(3), 1988.
- 08 COORS, J. Practical experience with different adjuncts. Tech.Quart.Master Brewers Ass.Am., 13:117-9, 1976.
- 09 DE CLERCK, J. A textbook of brewing. London, Chapman and Hall, 1957/58. 2 v.
- 10 DHAMIJA, S.S. & SINGH, D.P. Adjuncts in brewing II. Tapioca starch. J.Food Sci.Technol., 16(4):146-48, 1979.
- 11 HUG, H. & PFENNINGER, H. Cassava as raw material for beer production. Braw-Rundsch., 91(9):149-153, 1980.
- 12 KENT-JONES, D.W. & AMOS, A.J. Modern cereals chemistry. 6th ed. London, Food Trade Press, 1967. 730 p.
- 13 MORAES, M.A.C. Métodos de avaliação sensorial dos alimentos. Campinas, FEAA-UNICAMP, 1983. 79 p.
- 14 NELSON, N. A photometric adaptation of the Somogyi method for determination of glucose. J.Biol.Chem., Baltimore, 153: 375-80, 1944.
- 15 PRESCOTT, S.C. & DUNN, C.G. Industrial microbiology. 3rd ed. New York, McGraw Hill, 1959. p. 148-73.
- 16 SENSORY EVALUATION DIVISION OF THE INSTITUTE OF FOOD TECHNOLOGISTS. Sensory evaluation guide for testing food and beverage products. Food Technol.Chic., 35(11):49-58, 1981.
- 17 RAJAGOPAL, M.V. Production of beer from cassava. J.Food Sci., 42(2):532-33, 1977.
- 18 SOMOGYI, M. Determination of blood sugar. J.Biol.Chem., Baltimore, 160:69-73, 1945.
- 19 VENKATANARAYANA, S.; MURTHY, V.S.; SATYANARAYANA, B.A. The use of ragi (Eleusine caracana) in brewing. J.Food Sci. Technol., 16(5):204-206, 1979.