



**UNIVERSIDADE FEDERAL DA BAHIA**  
**FACULDADE DE FARMÁCIA**  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA DE ALIMENTOS

**PRODUÇÃO DE FERMENTADO DE UMBU (*Spondias tuberosa* Arr. Cam.)**

BRENO DE PAULA

Salvador-BA

2011

**BRENO DE PAULA**

**PRODUÇÃO DE FERMENTADO DE UMBU (*Spondias tuberosa* Arr. Cam.)**

**Orientador:** Prof. Dr. Celso Duarte Carvalho Filho  
**Co-orientadora:** Dr.<sup>a</sup> Virgínia Martins da Matta

Dissertação apresentada à Faculdade de Farmácia da Universidade Federal da Bahia, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Ciência de Alimentos, para obtenção do título de Mestre.

Salvador-BA

2011



UNIVERSIDADE FEDERAL DA BAHIA  
FACULDADE DE FARMÁCIA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA DE ALIMENTOS

## TERMO DE APROVAÇÃO

BRENO DE PAULA

### Produção de fermentado de umbu (*Spondias tuberosa* Arr Cam.)

Dissertação submetida ao Programa de Pós-Graduação em Ciência de Alimentos (nível Mestrado Acadêmico) da Faculdade de Farmácia da Universidade Federal da Bahia, como requisito parcial para a obtenção do título de mestre em Ciência de Alimentos.

Aprovada em 31 de março de 2011.

BANCA EXAMINADORA

Profº Dr. Celso Duarte Carvalho Filho  
Universidade Federal da Bahia  
Orientador

Profª Dr. Maria Eugênia de Oliveira Mamede  
Universidade Federal da Bahia

Dr. Giuliano Elias Pereira  
Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária

*“A gente pode morar numa casa mais ou menos, numa rua mais ou menos, numa cidade mais ou menos, e até ter um governo mais ou menos. A gente pode dormir numa cama mais ou menos, comer um feijão mais ou menos, ter um transporte mais ou menos, e até ser obrigado a acreditar mais ou menos no futuro. A gente pode olhar em volta e sentir que tudo está mais ou menos... Tudo bem! O que a gente não pode mesmo, nunca, de jeito nenhum... é amar mais ou menos, sonhar mais ou menos, ser amigo mais ou menos, namorar mais ou menos, ter fé mais ou menos, e acreditar mais ou menos. Senão a gente corre o risco de se tornar uma pessoa mais ou menos.”*

*“Sonhos não morrem, apenas adormecem na alma da gente.”*

*“Embora ninguém possa voltar atrás e fazer um novo começo, qualquer um pode começar agora e fazer um novo fim.”*

Chico Xavier

## AGRADECIMENTOS

Primeiro a Deus por me iluminar em todos os momentos da minha vida, até quando acredito não haver luz.

À minha Vivi, o grande amor da minha vida, por me amar, compreender, ajudar e, especialmente, por me deixar mais próximo de Deus.

Aos meus Pais, Onamir e Ana Rita, que me amam, assim como eu os amo, e sempre fizeram o que acreditavam ser o melhor pra mim.

Ao meu irmão, Alessandro, meu eterno SUPER-HERÓI, por todos os ensinamentos, amor, amizade e proteção.

À Ritinha, minha IRMÃ, e ao meu sobrinho Pedro, a quem tanto amo, assim como vovô Limão e Telminha.

Meus sogros Jorge e Rosa, meus cunhados Edson, Xuxu, Vitinho e Raquel, e meus sobrinhos Biel e Cacá, por terem me agüentado e me apoiado num dos momentos mais difíceis da minha vida. Amo vocês!!!

Ao Centro de Tecnologia SENAI-RJ Alimentos e Bebidas, por permitir que eu executasse os experimentos utilizando sua estrutura. Em especial ao Gerente da Unidade Imar Oliveira Araújo e aos bolsistas, Lauro, Cláudia, Julia e Pâmela, por todo o apoio.

À Embrapa Agroindústria de Alimentos por permitir que eu realizasse a microfiltração e a análise sensorial do fermentado de umbu, em especial a Dr.<sup>a</sup> Virgínia Martins da Matta, por ter-me co-orientado. Agradeço também a Dr.<sup>a</sup> Daniela de Grandi Castro Freitas, Luiz Fernando Menezes da Silva, Lucas Assad Nakano, por todo o apoio.

À Universidade Federal da Bahia pela oportunidade de realizar o sonho do mestrado, em especial a toda a equipe da coordenação do Programa de Pós-Graduação em Ciência de Alimentos e ao Prof.<sup>o</sup> Dr. Celso Duarte Carvalho Filho por ter aceitado o desafio, mesmo depois de tantas mudanças.

À empresa AEB Bioquímica Latino Americana, por ter doado todos os insumos enológicos utilizados nos experimentos desta dissertação, em especial ao Sr. Ben-hur Rigoni.

À Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, por permitir que eu concluísse os meus créditos e em especial ao Prof. Dr. Ormino Domingues Gamallo por todo apoio na pesquisa.

Ao SENAI Dendezeiros que me deu a oportunidade de projetar este trabalho através do treinamento disponibilizado na Alemanha.

Aos meus grandes amigos e procuradores Aline Rabello Costa Alves e Marcelo Fernandes Leite, que me salvaram diversas vezes me representando junto a UFBA.

# SUMÁRIO

LISTA DE TABELAS.....	VIII
LISTA DE FIGURAS .....	IX
<b>INTRODUÇÃO GERAL .....</b>	<b>13</b>
<b>OBJETIVOS GERAIS.....</b>	<b>15</b>
<b>OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....</b>	<b>15</b>
<b>CAPÍTULO 1 – REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....</b>	<b>16</b>
<b>1. UMBU .....</b>	<b>17</b>
<b>2. FERMENTADO DE FRUTAS.....</b>	<b>19</b>
<b>3. LEVEDURAS .....</b>	<b>23</b>
3.1. DESCRIÇÃO DE ESPECIES DE LEVEDURAS CONTAMINANTES ENCONTRADAS NA ELABORAÇÃO DE VINHOS.....	24
3.1.1. <i>Kloeckera apiculata</i> .....	24
3.1.2. <i>Candida pulcherrima</i> .....	24
3.1.3. <i>Hanseniaspora guilliermondii</i> .....	25
3.1.4. <i>Zygosacckaromyces veronae</i> .....	25
3.1.5. <i>Torulaspota rosei</i> .....	26
3.1.6. <i>Torulopsis bacillaris</i> .....	26
3.2. DESCRIÇÃO DE ESPECIES DE LEVEDURAS UTILIZADAS NA ELABORAÇÃO DE VINHOS .....	27
3.2.1. <i>Saccharomyces cerevisiae</i> var. <i>ellipsoideus</i> .....	27
3.2.2. <i>Saccharomyces cerevisiae</i> var. <i>pastorianus</i> .....	27
3.2.3. <i>Saccharomyces cerevisiae</i> var. <i>oviformis</i> .....	28
3.3. LEVEDURAS SELECIONADAS .....	29
3.4. PODER FERMENTATIVO .....	29
3.5. ACIDEZ VOLÁTIL.....	30
3.6. CINÉTICA FERMENTATIVA .....	30
3.7. RESISTÊNCIA AO SO <sub>2</sub> .....	31
3.8. FATOR KILLER .....	31
3.9. AUSÊNCIA DE DEFEITOS OLFATIVOS.....	32
<b>4. FERMENTAÇÃO ALCOÓLICA .....</b>	<b>33</b>
<b>5. PRINCIPAIS METABÓLITOS OBTIDOS NA FERMENTAÇÃO ALCOÓLICA .....</b>	<b>34</b>
<b>6. CLARIFICAÇÃO .....</b>	<b>37</b>
6.1. TRATAMENTO ENZIMÁTICO .....	37
6.2. AGENTES DE SEDIMENTAÇÃO .....	38
6.3. FILTRAÇÃO .....	39
<b>7. CONSIDERAÇÕES FINAIS .....</b>	<b>41</b>
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>41</b>

<b>CAPÍTULO 2 – OBTENÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DO FERMENTADO DE UMBU (SPONDIAS TUBEROSA ARR. CAM.) DO SEMIÁRIDO NORDESTINO EM ESCALA SEMI-INDUSTRIAL .....</b>	<b>48</b>
<b>RESUMO .....</b>	<b>49</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>50</b>
<b>1. INTRODUÇÃO .....</b>	<b>50</b>
<b>2. MATERIAL E MÉTODOS .....</b>	<b>52</b>
<b>3. RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>	<b>54</b>
<b>4. CONCLUSÕES .....</b>	<b>60</b>
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>60</b>
<b>CAPÍTULO 3 – AVALIAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA E SENSORIAL DO FERMENTADO DE UMBU (SPONDIAS TUBEROSA ARR. CAM.) OBTIDO POR MICROFILTRAÇÃO E PELO PROCESSO CONVENCIONAL .....</b>	<b>63</b>
<b>RESUMO .....</b>	<b>64</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>65</b>
<b>1. INTRODUÇÃO .....</b>	<b>66</b>
<b>2. MATERIAL E MÉTODOS .....</b>	<b>70</b>
<b>3. RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>	<b>72</b>
<b>4. CONCLUSÕES .....</b>	<b>78</b>
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>78</b>
<b>CONCLUSÕES GERAIS.....</b>	<b>82</b>
<b>ANEXO A – FIGURAS .....</b>	<b>83</b>

## LISTA DE TABELAS

### CAPITULO 1

<b>Tabela 1.</b> Características físico-químicas do umbu ( <i>Spondias tuberosa</i> Arr. Cam.).....	18
---	----

### CAPITULO 2

<b>Tabela 1.</b> Caracterização microbiológica da polpa de umbu.....	54
<b>Tabela 2.</b> Caracterização físico-química da polpa de umbu.....	55
<b>Tabela 3.</b> Caracterização físico-química do fermentado de umbu e seus respectivos limites legais. ....	58

### CAPITULO 3

<b>Tabela 1.</b> Características físico-químicas dos fermentados de umbu filtrado e microfiltrado e os limites estabelecidos na legislação.....	74
<b>Tabela 2.</b> Atividade antioxidante e teor de fenólicos totais do fermentado de umbu antes e após os processos de clarificação convencional e por membrana. ....	76
<b>Tabela 3.</b> Resultados da análise sensorial expressos em percentual de aceitação, de rejeição e da faixa entre aceitação e rejeição dos fermentados de umbu filtrado e microfiltrado. ....	77
<b>Tabela 4.</b> Médias das notas obtidas em cada atributo da análise sensorial dos fermentados de umbu filtrado e microfiltrado. ....	77

## LISTA DE FIGURAS

### CAPITULO 1

<b>Figura 1.</b> Fotos do umbuzeiro (A), das suas flores (B) e das suas frutas (C).....	17
<b>Figura 2.</b> Microfotografia eletrônica da levedura <i>Kloeckera apiculata</i> .....	24
<b>Figura 3.</b> Microfotografia eletrônica da levedura <i>Candida pulcherrima</i> .....	24
<b>Figura 4.</b> Microfotografia eletrônica da levedura <i>Hanseniaspora guilliermondii</i> .....	25
<b>Figura 5.</b> Microfotografia eletrônica da levedura <i>Zygosacckaromyces veronae</i> .....	25
<b>Figura 6.</b> Microfotografia eletrônica da levedura <i>Torulaspota rosei</i> .....	26
<b>Figura 7.</b> Microfotografia eletrônica da levedura <i>Torulopsis bacillaris</i> .....	26
<b>Figura 8.</b> Microfotografia eletrônica da levedura <i>Saccharomyces cerevisiae</i> var. <i>ellipsoideus</i> .....	27
<b>Figura 9.</b> Microfotografia eletrônica da levedura <i>Saccharomyces cerevisiae</i> var. <i>pastorianus</i> .....	28
<b>Figura 10.</b> Microfotografia eletrônica da levedura <i>Saccharomyces cerevisiae</i> var. <i>oviformis</i> .....	28

### CAPITULO 2

<b>Figura 1.</b> Evolução da acidez titulável e do pH durante a fermentação de mosto de umbu. ....	56
<b>Figura 2.</b> Evolução do teor de sólidos solúveis e de álcool durante a fermentação de mosto de umbu. ....	57

### CAPITULO 3

<b>Figura 1.</b> Ficha de avaliação utilizada no teste de aceitação do fermentado de umbu. ....	72
<b>Figura 2.</b> Comportamento do fluxo de permeado do processo de microfiltração de fermentado de umbu.....	73

<b>Figura 3.</b> Desenho esquemático do processo de filtração em filtro prensa.....	75
<b>Figura 4.</b> Desenho esquemático do processo de microfiltração. ....	75

## ANEXO A

<b>Figura 1.</b> Fotos do biorreator durante o processo de fermentação do mosto de umbu....	83
<b>Figura 2.</b> Fotos dos barris de aço inoxidável utilizados como fermentadores no processo de fermentação do mosto de umbu.....	83
<b>Figura 3.</b> Fotos do processo de filtração convencional com filtro prensa.....	84
<b>Figura 4.</b> Fotos do processo de microfiltração em membrana cerâmica.....	85
<b>Figura 5.</b> Foto comparativa entre o fermentado de umbu filtrado convencionalmente (à esquerda) e o microfiltrado (à direita). ....	85
<b>Figura 6.</b> Fotos das garrafas de fermentado de umbu.....	86

## RESUMO

A região Nordeste do Brasil é caracterizada por uma grande diversidade de frutas nativas, cuja colheita se dá de forma extrativista. Entre elas, destaca-se o umbu (*Spondias tuberosa* Arr. Cam.), que é uma fruta de sabor exótico, com elevada acidez e alto teor de pectina, peculiaridades estas que proporcionam um grande leque de possibilidades para o seu processamento. O objetivo deste trabalho foi desenvolver um fermentado de umbu visando agregar valor a esses frutos e contribuir para a melhoria de renda das famílias do semi-árido nordestino, avaliando suas características físico-químicas e sensoriais após ser submetido a dois processos de clarificação, a filtração convencional e a microfiltração. A polpa utilizada nos experimentos foi submetida a análises físico-químicas e microbiológicas. Para a produção da bebida, a polpa foi diluída em água, sendo necessário realizar uma chaptalização com sacarose até atingir 20,5°Brix. A levedura comercial utilizada foi *Saccharomyces cerevisiae*. A fermentação foi conduzida a 18°C durante 18 dias e posteriormente a bebida foi submetida a uma estabilização com auxílio de agentes de sedimentação, gelatina e bentonita, por 14 dias a 1°C. Após a estabilização o fermentado de umbu foi submetido aos processos de clarificação. A filtração convencional foi realizada em um filtro prensa com placas de celulose com porosidade de 1µm e área de filtração de 0,44m<sup>2</sup>, enquanto que a microfiltração foi realizada em membrana cerâmica com porosidade de 0,1 µm e área de filtração de 0,0165m<sup>2</sup>. A bebida foi analisada quanto as suas características físico-químicas, sendo que todos os parâmetros estavam em conformidade com a legislação vigente. Foi realizado um teste de aceitabilidade comparando os fermentados de umbu obtidos pelos dois processos de filtração, com destaque para o microfiltrado que recebeu as melhores notas no atributo aparência. A microfiltração é uma alternativa eficiente em termos tecnológicos, para a clarificação do fermentado de umbu. O potencial biotecnológico do umbu, para produção de fermentado apresenta-se como mais uma alternativa de agregação de valor na cadeia produtiva desta fruta.

**Palavras-chave:** fermentação alcoólica; fermentado de frutas; agregação de valor; clarificação; membranas.

## ABSTRACT

The Northeast region of Brazil is characterized by a wide variety of native fruits, whose harvest had occurred as extractive. Foremost among these is the umbu (*Spondias tuberosa* Arr. Cam.), which is an exotic fruit flavor, with high acidity and high pectin content, these peculiarities that provide a wide range of possibilities for processing. The aim of this study was to develop a umbu fermented to add value to these fruits and contribute to the improvement of family income in the semi-arid region, evaluating its physical-chemical and sensory characteristics after undergoing two processes of clarification, conventional filtration and microfiltration. The pulp used in the experiments was subjected to physico-chemical and microbiological. For the beverage production, the pulp was diluted with water, being necessary a sugaring with sucrose to reach 20,5°Brix. The commercial yeast used was *Saccharomyces cerevisiae*. The fermentation was carried out at 18°C for 18 days and later the beverage was subjected to a stabilization with the aid of sedimentation agents, gelatin and bentonite for 14 days at 1°C. After stabilizing the fermented umbu was subjected to clarification procedures. The conventional filtration was performed in a filter press with plates of cellulose with 1 µm porosity and filtration area of 0,44 m<sup>2</sup>, while the microfiltration was performed in ceramics membrane with porosity of 0,1 µm and filtration area of 0,0165 m<sup>2</sup>. The beverage was analyzed for their physico-chemical characteristics, and all parameters were in line with current legislation. An acceptance test was carried out comparing the fermented umbu obtained by the two filtration processes, especially the microfiltered who received the highest marks in the attribute appearance. The microfiltration is an efficient alternative in terms of technology to the clarification of fermented umbu. The biotechnological potential of umbu for production of fermented presents itself as an alternative to add value in the supply chain of this fruit.

**Keywords:** alcoholic fermentation; fermented fruit; adding value; clarification; membranes.

## INTRODUÇÃO GERAL

Bebida alcoólica é toda a bebida que contenha etanol, que é produzido pela fermentação de açúcares contidos em frutas, grãos e caules, como na cana-de-açúcar. As bebidas alcoólicas são classificadas em: fermentadas, destiladas e compostas.

Os egípcios e os babilônios consumiam bebidas alcoólicas há 6.000 anos. Na Idade Média, os árabes incluíram a destilação, aumentando assim o teor alcoólico das bebidas. No Brasil os índios produziam a tiquira, que é uma bebida destilada produzida com o cauim (bebida fermentada alcoólica feita da mastigação de mandioca ou suco de frutos) fervida em recipiente de cerâmica.

O vinho teve origem em fermentações espontâneas de uvas armazenadas em barris de madeira, originando uma bebida de sabor agradável, revigorante e estimulante, sendo considerada uma arte a produção de vinhos.

Uma definição bioquímica para o vinho é: bebida proveniente da fermentação de suco de uva pelas leveduras e, em certos casos, pelas bactérias lácticas. Por meio destas reações bioquímicas são produzidos diversos compostos químicos que fazem do vinho um sistema complexo. Dentre estes compostos destacam-se o etanol, glicerol, alcoóis superiores, ácidos orgânicos, compostos fenólicos, compostos aromáticos, ésteres, aldeídos e cetonas, entre outros.

A região Nordeste do Brasil apresenta uma grande diversidade de frutas tropicais, com boas perspectivas para exploração econômica que, até o momento são pouco utilizadas. Uma dessas frutas é o umbu (*Spondias tuberosa* Arr. Cam.), que é amplamente comercializada, principalmente na forma de polpa e fruta “*in natura*”. A produção de um fermentado de umbu apresenta-se como alternativa no desenvolvimento de tecnologias para a obtenção de produtos derivados com maior valor agregado e maior período de vida útil, uma vez que o período de safra do umbu é curto, com início em setembro e término em abril.

Fermentados de frutas são produtos com elevada tendência de aceitação em pesquisas de consumo, além de diminuir as perdas pós-colheita de frutos perecíveis. As frutas mais utilizadas na produção de bebidas fermentadas são a uva e maçã. Os países europeus produzem fermentados de frutas pelos mesmos processos de elaboração utilizados para o vinho, sendo que as frutas

mais utilizadas são a maçã, a pêra, a groselha, a framboesa e a cereja. Em países de clima tropical, frutas como laranja, goiaba, abricó, abacaxi, manga e caju têm sido estudados na produção de fermentados.

O umbu é uma fruta com elevada acidez e teor de pectina, com sabor exótico muito apreciado nas outras regiões do Brasil. Segundo BISPO (1989) a polpa do umbu contém 89,9% de umidade, 7,95% de açúcares totais, 0,52% de proteínas, 0,35% de lipídeos, 0,37% de fibras, 0,35% de cinzas e acidez total titulável de 1,23% (em ácido cítrico), pH de 2,45, 9,61 mg de ácido ascórbico/100g, 0,82% de pectina e 126,27mg de taninos/100g.

Considerando-se peculiaridades da composição química e dos tratos culturais dessa fruta, a produção do fermentado de umbu se apresenta como mais uma alternativa ao seu processamento, possibilitando maior agregação de valor às frutas e um aumento na renda das famílias produtoras, no semiárido nordestino.

## **OBJETIVOS GERAIS**

Desenvolver e analisar as características físico-químicas e sensoriais de um fermentado de umbu, avaliando-se os efeitos da clarificação, utilizando a filtração convencional e a microfiltração por membranas.

## **OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

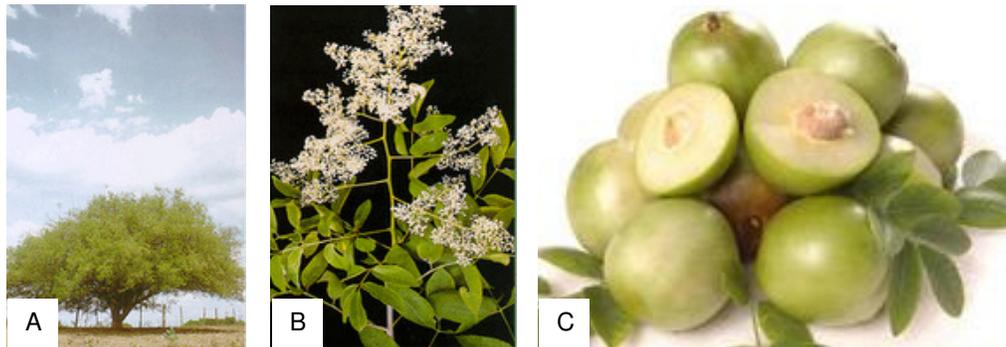
- Caracterizar a polpa de umbu por meio de análises físico-químicas e microbiológicas;
- Desenvolver o processo de fabricação de um fermentado de umbu;
- Avaliar o processo de clarificação do fermentado de umbu utilizando filtração convencional e microfiltração;
- Verificar, por meio de análises físico-químicas, se o fermentado de umbu está dentro dos padrões estabelecidos pela legislação vigente;
- Avaliar a aceitação do produto por análise sensorial;
- Possibilitar, de forma indireta, a partir das tecnologias geradas, agregação de valor ao umbu, com a possibilidade de inserção de um novo produto no mercado.

## **CAPÍTULO 1 – REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**

## 1. UMBU

O umbuzeiro é uma planta frutífera do gênero *Spondias* nativa de regiões semiáridas do Nordeste brasileiro. Pertencente à família das anacardiáceas, é uma árvore de pequeno porte, copa em forma de guarda-chuva, esparramada, tronco curto, galhos retorcidos e muito ramificados. É xerófila e caducifólia, por isso adaptada ao calor, aos solos pobres e de baixa densidade pluvial (MENDES, 1990).

A sua fruta é uma drupa, com diâmetro variando de 2 a 4 cm, massa entre 10 e 20 g, forma arredondada a ovalada, sendo constituído por casca (22%), polpa (68%) e caroço (10%). Possui superfície lisa podendo ser encontrada com quatro ou cinco protuberâncias na porção distal, com casca de cor amarelo-esverdeada e polpa branco-esverdeada, mole e succulenta, quase aquosa quando madura e sabor agridoce (LIMA et al., 2000). Sua semente arredondada a ovalada pesa de 1,0 a 2,0 g e 1,2 a 2,4 cm de diâmetro, quando despulpada. Suas frutas são conhecidas como umbu, imbu ou ambu.



**Figura 1.** Fotos do umbuzeiro (A), das suas flores (B) e das suas frutas (C).

Fonte: Lorenzi, 2000.

As frutas do umbuzeiro apresentam apelo “exótico” para mercados de outras Regiões do Brasil, como Sudeste e Sul, e para o mercado externo, o que vem estimulando o aumento de sua produção. Na Tabela 1 estão apresentadas as características físico-químicas do umbu determinadas por diferentes autores.

**Tabela 1.** Características físico-químicas do umbu (*Spondias tuberosa* Arr. Cam.).

Determinações	Souza & Catão (1970)	Bispo (1989)	Narain et al. (1991)	Ferreira (2000)	Mattietto (2005)	Ushikubo (2006)
pH	-	2,45	3,07	2,21	2,75	1,70
Sólidos solúveis (°Brix)	-	10,00	9,47	10,03	9,59	9,4
Acidez em ác. cítrico (g/100g)	1,34	1,23	1,14	1,45	1,39	1,95
Ratio (°Brix/acidez)	-	8,13	8,56	6,92	6,89	4,82
Umidade (%)	87,80	89,89	87,25	91,33	89,40	-
Proteínas (%)	-	0,52	0,31	-	0,75	0,58
Lipídeos (%)	-	0,35	0,85	-	0,30	0,16
Fibras (%)	-	0,37	1,04	-	0,30	0,30
Açúcares redutores (%)	-	6,07	4,09	3,61	3,63	3,22
Açúcares não redutores (%)	-	1,88	1,29	2,50	1,30	1,89
Açúcares totais (%)	8,34	7,95	5,38	6,25	4,93	5,11
Pectina (%)	-	0,82	1,39	-	-	1,8
Taninos (mg/100g)	-	126,27	120,00	-	183,76	62,1
Ácido ascórbico (mg/100g)	31,20	9,61	15,80	13,31	23,83	5,4
Cinzas (%)	-	0,35	0,30	0,53	0,40	0,40

Devido à sua importância alimentar (SANTOS & OLIVEIRA, 2004), o umbu se constitui em uma fonte de renda para as famílias dos agricultores da região semiárida do Nordeste. No entanto é uma fruta de período sazonal curto e de elevada perecibilidade, sendo que a safra ocorre de dezembro a março. O extrativismo do umbu é a maneira mais tradicional de exploração desta fruta típica

do semiárido, sendo os principais estados produtores Bahia, Pernambuco, Rio Grande do Norte, Piauí e Paraíba. A produção em 2007 (IBGE, 2008), foi de 8.619 toneladas, com destaque para o sertão do estado da Bahia.

Em muitas comunidades rurais, o extrativismo do umbu é responsável por significativa parte da renda dos agricultores na época da safra. O umbu é comercializado, principalmente, como polpa congelada ou na sua forma *in natura*, o que acarreta perdas em função da sua perecibilidade, além de baixa remuneração ao agricultor, já que a saca de 45 kg tem sido comercializada por cerca de R\$ 17,00 (FRAGA, 2011).

## **2. FERMENTADO DE FRUTAS**

De acordo com o Decreto nº 6.871, de 04 de junho de 2009 do Ministério da Agricultura, Pecuária e do Abastecimento (MAPA), que regulamenta a Lei nº 8.918, de 14 de julho de 1994, fermentado de frutas é a bebida com graduação alcoólica de quatro a quatorze por cento em volume, a vinte graus Celsius, obtida da fermentação alcoólica do mosto de fruta sã, fresca e madura (BRASIL, 2009). Vinho é a denominação reservada para o fermentado produzido através da fermentação da uva, sendo proibida sua utilização para produtos obtidos de outras matérias-primas, de acordo com a Lei nº 7.678 (BRASIL, 1988).

Qualquer fruta que contenha em sua composição os substratos, água, açúcar e outros nutrientes, em níveis suficientes para que as leveduras realizem a reação de fermentação, podem servir como matéria-prima para produção de bebidas alcoólicas (PRUDÊNCIO, 1969). Nos últimos anos diversas frutas tropicais têm sido pesquisadas para produção de fermentados de frutas, com algumas variações nas metodologias produtivas.

Corazza et al. (2001) estudaram a produção de fermentado de laranja a partir do suco integral chaptalizado até 26°Brix, com a temperatura de fermentação variando de 27 a 32°C. O fermentado produzido apresentou teor alcoólico de 10,6°GL e teor de sólidos solúveis de 7,0°Brix, valores próximos aos do vinho tinto (10,3°GL e 6,5°Brix) utilizado como parâmetro. A produção caseira do fermentado de laranja pôde ser considerada vantajosa por ter apresentado relativa facilidade de fermentação por leveduras selecionadas e, igualmente, pelo baixo custo da fruta.

Casimiro et al. (2000) avaliaram 24 linhagens industriais de *Saccharomyces cerevisiae* na produção de fermentado de caju, sendo oito utilizadas em vinificação e 16 em panificação. As linhagens foram avaliadas quanto à produção de gás sulfídrico (H<sub>2</sub>S) e indol, e quanto à tolerância ao dióxido de enxofre (SO<sub>2</sub>) e ao etanol. O suco de caju foi clarificado com gelatina comestível na concentração de 1,5 g/L, com o objetivo de reduzir o teor de polpa e a concentração de taninos no mosto. O teor de açúcar do suco foi corrigido para 16°Brix pela adição de sacarose. A fermentação foi conduzida a 18 °C por 15 dias e os fermentados obtidos apresentaram grau alcoólico entre 11,19 e 11,68°GL. Todas as linhagens utilizadas em panificação são produtoras de H<sub>2</sub>S. Das oito linhagens utilizadas em vinificação apenas duas foram consideradas promissoras para produção do fermentado de caju.

Em 2002, Muniz et al. produziram e caracterizaram fermentados de três frutas, ata (*Annona squamosa* L.), ciriguela (*Spondias purpúrea* L.) e mangaba (*Harconia speciosa* Gom.), utilizando leveduras comerciais. Os mostos foram formulados com 30% de polpa e 60% de água, e o teor de sólidos solúveis foi corrigido a 16°Brix pela adição de sacarose. As fermentações foram conduzidas a temperaturas variando entre 18 e 21 °C durante 21 dias. Os fermentados atingiram teores alcoólicos de 8,4°GL para a ata, 9,8°GL para a mangaba e 10,0°GL para a ciriguela. O fermentado de mangaba apresentou o melhor desempenho na análise sensorial, tanto para a aceitação global quanto para a intenção de compra.

Filho et al. (2002) produziram fermentado de caju (*Anacardium occidentale* L.) dentro dos padrões do MAPA, pela fermentação do suco integral chaptalizado até 32°Brix, apresentando teor alcoólico 8,0°GL, acidez total 118 meq/L, acidez volátil 2,5 meq/L e acidez fixa 115,5 meq/L. De acordo com as análises sensoriais realizadas o fermentado de caju apresentou cor adequada, limpidez velada, odor agradável e sabor meio doce.

Com o objetivo de elaborar um fermentado de cajá (*Spondias mombin* L.), Dias et al. (2003) utilizaram a polpa com 12°Brix chaptalizada na proporção 1:1 com solução de sacarose para obter um mosto com 24°Brix. O mosto foi desacidificado com CaCO<sub>3</sub>, sulfidado com metabissulfito de potássio e clarificado com a utilização da enzima pectinase e, posteriormente, com o agente de sedimentação bentonita. A fermentação foi realizada a 22 °C por dez dias e o fermentado foi submetido à estabilização a 10 °C por dez dias, quando foi

realizada a primeira trasfega. A segunda trasfega foi realizada 30 dias após a primeira. O fermentado obtido apresentou teor alcoólico de 12°GL e teor de açúcar de 0,0 g/L, caracterizando como fermentado seco. A análise sensorial demonstrou boa aceitabilidade do produto para os atributos avaliados.

Santos et al. (2005) produziram fermentado de acerola (*Malpighia puniceifolia* L.) com o suco integral chaptalizado até 24°Brix e desacidificado com CaCO<sub>3</sub> a pH 4,5, utilizando uma cepa de *Saccharomyces cerevisiae* comercial. A fermentação foi conduzida durante 12 dias a uma temperatura entre 27 e 31 °C. O fermentado apresentou um grau alcoólico de 11°GL, sendo o teor de açúcares redutores de 11,48 g/L, dentro da faixa de vinhos semi-secos. O fermentado de acerola foi submetido à análise sensorial, pela qual não apresentou diferença significativa com o vinho comercial.

Lopes & Silva (2006) utilizaram o fruto integral e a polpa da palma forrageira, conhecida com figo-da-india (*Opuntia fícus-indica* Mill), para elaboração de fermentados, utilizando planejamento experimental para determinar quais as concentrações ideais de sólidos solúveis e de leveduras no início do processo, visando maiores taxas de conversão dos açúcares em álcool e de produtividade de álcool. Para o fermentado do fruto integral foi observado que, na faixa estudada, maiores concentrações iniciais de leveduras favoreceram uma maior produtividade (6,0°GL), porém a taxa de conversão independeu da concentração de levedura. Maiores teores de sólidos solúveis acarretaram maiores produtividades e menores taxas de conversão. Para o fermentado produzido a partir da polpa verificou-se que a taxa de conversão foi maximizada em 95% para os menores teores de sólidos solúveis na faixa estudada e para a concentração de levedura fixada no ponto central (15 g/L).

Neto et al. (2006) produziram fermentado de caju (*Anacardium occidentale* L.) utilizando suco clarificado com gelatina sem sabor a 10% (m/v) como mosto. A suplementação de nitrogênio e fósforo foi feita com sulfato de amônio e fosfato de potássio, respectivamente. A sulfitação foi realizada com metabissulfito de sódio a 10% (m/v). A chaptalização foi realizada em duas etapas, sendo na primeira adicionados 30 g/L de sacarose e na segunda etapa, 170 g/L. Este procedimento foi adotado para evitar uma possível inibição da fermentação pelo excesso de substrato, uma vez que foi utilizada uma levedura específica para panificação. O fermentado produzido apresentou teor alcoólico de

11,5°GL. A análise dos compostos voláteis (acetona e acetato de etila), metanol e alcoóis superiores (n-propanol, isobutanol, n-butanol e isoamílico) demonstrou que o produto estava de acordo com os padrões estabelecidos pela legislação brasileira.

Paz et al. (2007) pesquisaram a utilização do kiwi (*Actinidia deliciosa* cv. Bruno) na produção de fermentados pela diluição 2:1 do suco em água com chaptalização do mosto até 19°Brix. O mosto foi submetido a um tratamento enzimático com pectinase comercial e posterior sulfitagem com metabissulfito de potássio. A fermentação ocorreu a 24°C durante 12 dias e, posteriormente, o fermentado foi submetido à estabilização a 4°C por 10 dias. O fermentado passou por uma clarificação com uso de gelatina e filtração. O fermentado de kiwi teve um teor alcoólico de 8,2°GL e uma concentração de açúcares redutores de 3,0 g/L, sendo caracterizado como fermentado seco. A alta concentração de polifenóis, 498,29 mg/L, é outra característica a ser destacada, pois tem importância funcional por sua ação antioxidante.

Um estudo sobre a clarificação de um fermentado elaborado a partir de frutos de cajá (*Spondias mombin* L.) comparando a utilização de bentonita como agente de sedimentação com a microfiltração foi realizado. O mosto foi obtido a partir da mistura de 1 kg de polpa de cajá, 8g de di-hidrogenofosfato de amônio, 0,8 g de sulfato de magnésio e 1 kg de açúcar em água, formando 8 L de solução com pH 4,5. A fermentação foi conduzida a 27°C, obtendo-se um fermentado de 11°GL. Para o teste de sedimentação foram utilizados cinco tubos de ensaio com concentrações de solução de bentonita a 1% variando de 0,1 a 2,0 mL. A microfiltração foi testada em uma membrana de fibra oca de polissulfona, com porosidade de 0,1 µm e área de filtração de 0,03 m<sup>2</sup>, variando a pressão transmembrana entre 0,4 e 0,6 bar. Em ambos os processos o fermentado obtido estava de acordo com os padrões exigidos pela legislação brasileira. A clarificação utilizando bentonita reduziu 65% da cor original do fermentado, e ficou turvo, enquanto que a microfiltração reduziu 95% da cor e conferiu aparência límpida. Sendo assim o processo de microfiltração, utilizando 0,6 bar, foi mais eficaz por apresentar um fluxo de permeado maior, por manter as características do fermentado de cajá, e por possibilitar a implantação de um processo contínuo de clarificação (SEVERO JÚNIOR, 2007).

Mélo et al. (2007) identificaram 17 espécies de leveduras presentes na polpa dos frutos do umbuzeiro, de um total de 54 isoladas. Das leveduras identificadas nove foram utilizadas na elaboração do “vinho” de umbu, sendo que as espécies *Candida spadovensis*, *Candida valida*, *Candida tenuis-like* e *Candida florica-like* foram as que geraram a bebida com maior teor alcoólico (10°GL) e destas a *Candida florica-like* teve as melhores notas na análise sensorial. Em outro trabalho Mélo et al. (2005) utilizaram duas espécies de leveduras isoladas da polpa do umbu, *Kluyveroyces marxianus* e *Kloeckera japonica* e uma *Saccharomyces cerevisiae* comercial e observaram que esta última produziu o fermentado em menor tempo e com menor concentração de açúcar residual.

Silva et al. (2008) avaliaram a composição química de fermentados de jabuticaba (*Myrciaria jabuticaba*) branco e tinto, ambos nas versões seco e suave, de 29 produtores artesanais produzidos nas safras de 2002, 2003, 2004, 2005 e 2006. Os resultados mostraram que a maior parte das amostras das safras de 2002 a 2005 não se enquadraram nos padrões exigidos pelo MAPA para vinhos de mesa segundo a Portaria n° 229, de 25 de outubro de 1998. Após o início da implantação de sistemas da qualidade e de algumas técnicas enológicas, a safra de 2006 apresentou, teor alcoólico dentro dos limites estabelecidos pelo Decreto n° 2.314, de 04 de setembro de 1997.

### **3. LEVEDURAS**

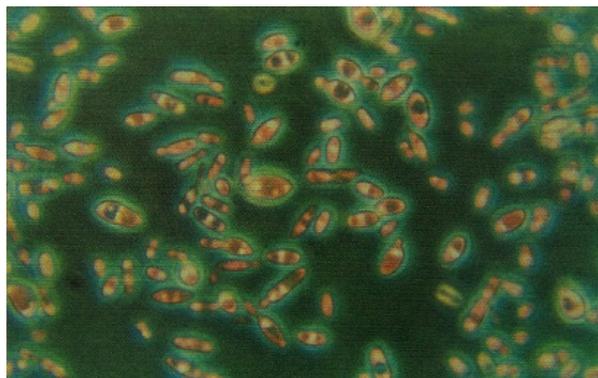
Leveduras são organismos pertencentes ao reino Fungi, possuindo características dos fungos como presença de parede celular rígida, núcleo organizado com membrana nuclear, aclorofilados, nutrição heterotrófica através da absorção de nutrientes, reprodução sexuada através de esporos e ausência de motilidade, entre outras. Diferencia-se dos fungos por possuírem um talo predominantemente unicelular, realizarem a reprodução assexuada do brotamento e não formarem corpos de frutificação (KURTZMAN & FELL, 1988).

As leveduras são classificadas em todas as três classes de fungos superiores: ascomicetos, basidiomicetos e deuteromicetos. O principal agente da fermentação alcoólica, *Saccharomyces cerevisiae*, é um ascomiceto (LEPE & LEAL, 2004).

### 3.1. DESCRIÇÃO DE ESPECIES DE LEVEDURAS CONTAMINANTES ENCONTRADAS NA ELABORAÇÃO DE VINHOS

#### 3.1.1. *Kloeckera apiculata*

Não consegue se desenvolver quando a sua única fonte de carboidratos passa a ser álcool etílico. Apresenta baixo poder fermentativo, em torno de 4%, fermentando apenas glicose. O principal produto da sua fermentação em mostos de uva são ácidos orgânicos (LEPE & LEAL, 2004).

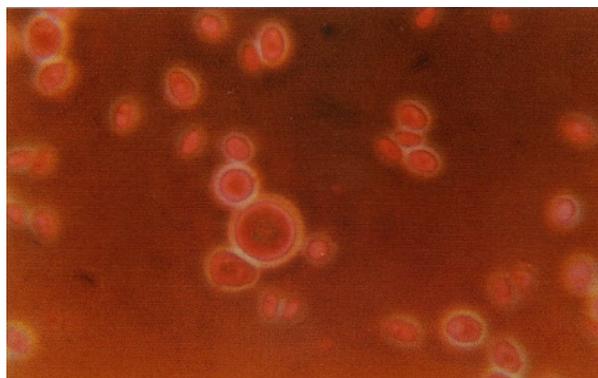


**Figura 2.** Microfotografia eletrônica da levedura *Kloeckera apiculata*.

Fonte: Lepe & Leal, 2004.

#### 3.1.2. *Candida pulcherrima*

Desenvolve-se bem em presença álcool etílico. Apresenta baixo poder fermentativo, em torno de 1%, fermentando apenas glicose (LEPE & LEAL, 2004).

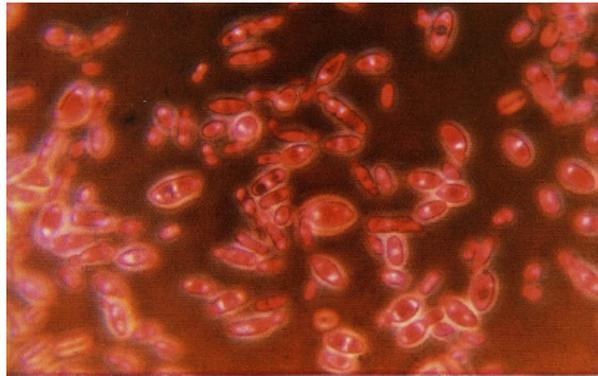


**Figura 3.** Microfotografia eletrônica da levedura *Candida pulcherrima*.

Fonte: Lepe & Leal, 2004.

### 3.1.3. *Hanseniaspora guilliermondii*

Não consegue se desenvolver em presença de álcool etílico. Apresenta baixo poder fermentativo, em torno de 4%, fermentando apenas glicose (LEPE & LEAL, 2004).

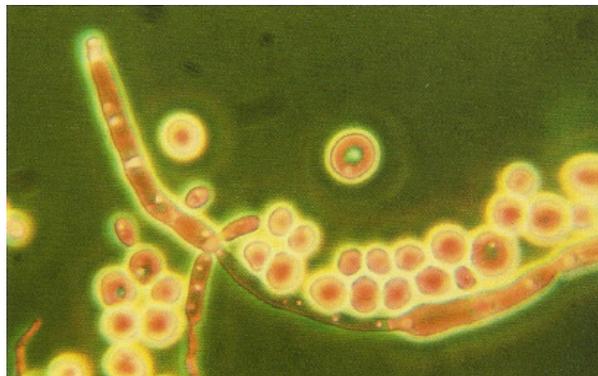


**Figura 4.** Microfotografia eletrônica da levedura *Hanseniaspora guilliermondii*.

Fonte: Lepe & Leal, 2004.

### 3.1.4. *Zygosacckaromyces veronae*

Apresenta pouco ou nenhum desenvolvimento em presença de álcool etílico. Fermenta glicose, sacarose e rafinose, e algumas cepas fermenta maltose. Assimila glicose, galactose, maltose e sacarose (LEPE & LEAL, 2004).

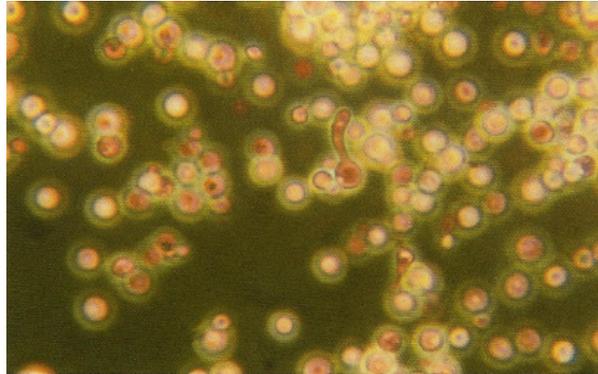


**Figura 5.** Microfotografia eletrônica da levedura *Zygosacckaromyces veronae*.

Fonte: Lepe & Leal, 2004.

### 3.1.5. *Torulaspora rosei*

Não se desenvolve na presença de álcool etílico. Fermenta glicose, sacarose e rafinose. Assimila glicose e sacarose (LEPE & LEAL, 2004).

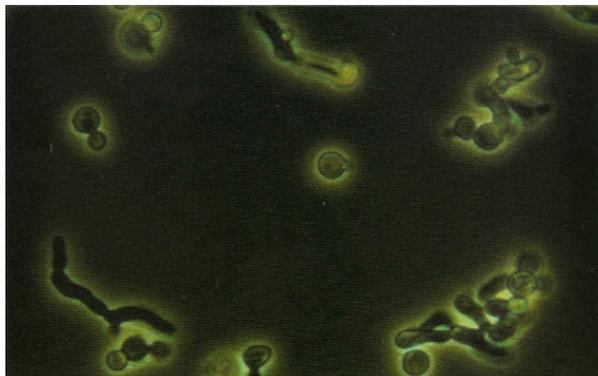


**Figura 6.** Microfotografia eletrônica da levedura *Torulaspora rosei*.

Fonte: Lepe & Leal, 2004.

### 3.1.6. *Torulopsis bacillaris*

Não consegue se desenvolver quando a sua única fonte de carboidratos passa a ser álcool etílico. Fermenta glicose, sacarose e rafinose. Assimila os mesmos açúcares que fermenta e o seu poder de fermentação varia entre 7 e 10,75% (LEPE & LEAL, 2004).



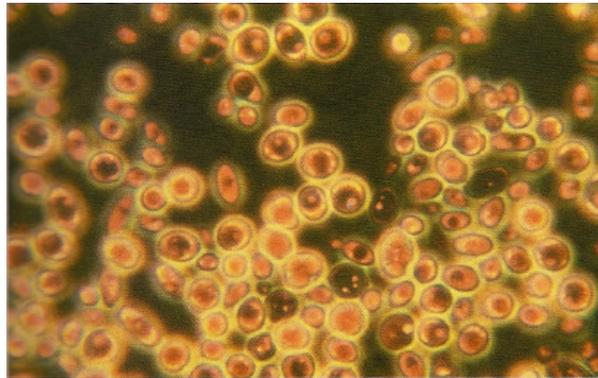
**Figura 7.** Microfotografia eletrônica da levedura *Torulopsis bacillaris*.

Fonte: Lepe & Leal, 2004.

## 3.2. DESCRIÇÃO DE ESPECIES DE LEVEDURAS UTILIZADAS NA ELABORAÇÃO DE VINHOS

### 3.2.1. *Saccharomyces cerevisiae* var. *ellipsoideus*

Apresenta um bom desenvolvimento em presença de álcool etílico como única fonte de carboidrato. Fermenta glicose, galactose, maltose, sacarose e rafinose. Assimila os mesmos açúcares que fermenta. Não fermenta nem assimila lactose. Seu poder fermentativo geralmente varia entre 12,25 e 19% de álcool por volume. Participa principalmente na fase logarítmica da fermentação (LEPE & LEAL, 2004).

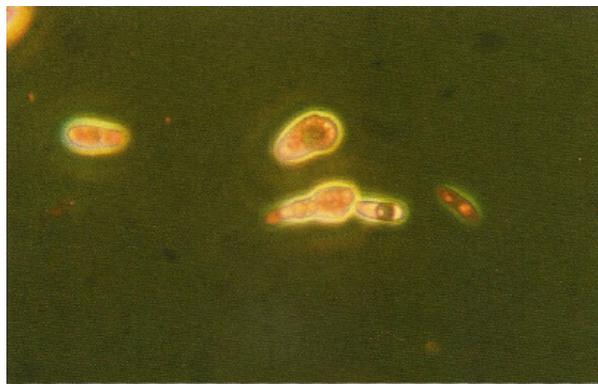


**Figura 8.** Microfotografia eletrônica da levedura *Saccharomyces cerevisiae* var. *ellipsoideus*.

Fonte: Lepe & Leal, 2004.

### 3.2.2. *Saccharomyces cerevisiae* var. *pastorianus*

Apresenta um bom desenvolvimento em presença de álcool etílico como única fonte de carboidrato. Fermenta e assimila glicose, sacarose, maltose e rafinose. Possui alto poder fermentativo, como toda *Saccharomyces*, e participa principalmente na fase logarítmica da fermentação (LEPE & LEAL, 2004).

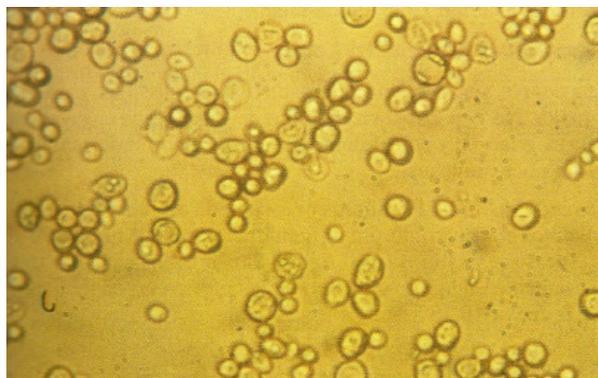


**Figura 9.** Microfotografia eletrônica da levedura *Saccharomyces cerevisiae* var. *pastorianus*.

Fonte: Lepe & Leal, 2004.

### **3.2.3. *Saccharomyces cerevisiae* var. *oviformis***

Apresenta ótimo desenvolvimento em presença de álcool etílico. Fermenta e assimila glicose, maltose, sacarose e rafinose. Seu poder fermentativo é elevado, variando entre 12 e 17%. Produzem altas concentrações de substâncias voláteis, já tendo sido encontradas cepas que produzem até 1,5g de ácido acético por litro. Esta espécie é reconhecida pela grande participação na fermentação, e como a espécie anterior atua principalmente na fase logarítmica da fermentação (LEPE & LEAL, 2004).



**Figura 10.** Microfotografia eletrônica da levedura *Saccharomyces cerevisiae* var. *oviformis*.

Fonte: Lepe & Leal, 2004.

### 3.3. LEVEDURAS SELECIONADAS

As leveduras para vinificação são, preferencialmente, selecionadas entre as leveduras naturais da microflora da uva, devido às reações existentes envolvendo o binômio vinhedo-levedura. Outro fator de suma importância são as características climáticas das regiões onde serão utilizadas as leveduras, pois o seu metabolismo depende diretamente de fatores como temperatura e umidade (LEPE & LEAL, 2004).

Para selecionar uma determinada cepa ela deve apresentar características fisiológicas de interesse para a indústria enológica, como:

- Máximo rendimento de etanol por unidade de açúcar metabolizado;
- Produção mínima de ácidos orgânicos;
- Atividade fermentativa regular;
- Comportamento termodinâmico adequado, evitando grandes diferenças de temperatura ao longo das dornas.

O estudo termodinâmico das cepas é imprescindível quando se pretende escalonar sistemas artesanais para dornas industriais, pois normalmente existem diversas variedades de cepas em uma mesma dorna o que torna mais difícil o controle do processo.

Através destes resultados podem-se selecionar as melhores linhagens, para iniciar o processo fermentativo com uma única linhagem, perfeitamente adaptada aos fatores regionais de clima, às características do mosto e atendendo aos anseios da indústria (LEPE, 1997).

Neste sentido destaca-se a *Saccharomyces cerevisiae* var. *ellipsoideus*, como a linhagem mais indicada para realizar a fermentação alcoólica, uma vez que na maioria das vezes é a mais competitiva na transformação do açúcar em álcool, sendo desta forma a espécie mais representativa na fase logarítmica da fermentação (LEPE & LEAL, 2004).

### 3.4. PODER FERMENTATIVO

Um poder fermentativo elevado tende a deixar os vinhos com açúcares residuais em níveis mínimos, ou totalmente secos, uma concentração de ácidos orgânicos baixa, e uma cinética fermentativa linear. Fatores estes que seguem os

critérios mais comuns na seleção de leveduras para a produção de qualquer vinho, salvo quando se trata de algum tipo de vinificação especial (HASHIZUME, 1991).

### 3.5. ACIDEZ VOLÁTIL

A acidez volátil está essencialmente ligada à presença de ácido acético, e varia sensivelmente com as espécies de leveduras que realizam a fermentação, existindo também uma notável variabilidade intra-específica no gênero *Saccharomyces* (DARTIGUENAVE et al., 2000).

A maior parte dos ácidos orgânicos são produzidos nos primeiros estágios da fermentação, através da descarboxilação oxidativa do ácido pirúvico, ou de forma simultânea, através da biossíntese do ácido fórmico, variando a sua concentração através da mudança de pH no mosto, potencial redox e cepa de levedura (HASHIZUME, 2001).

### 3.6. CINÉTICA FERMENTATIVA

A cinética fermentativa é tida como o terceiro critério mais importante de seleção e o seu estudo estabelece basicamente a determinação de:

- Fase de latência (lag) a uma determinada temperatura;
- Regularidade fermentativa;
- Duração total do processo;
- Curva termodinâmica de cada cepa;
- Resposta ao *stress* fermentativo.

As curvas termodinâmicas das cepas mostram, em diferentes níveis, os gradientes de concentração de açúcar, variações no tempo de consumo do açúcar e, conseqüentemente, o maior ganho energético a ser utilizado na produção de etanol. As curvas são representadas por uma distribuição de Gauss, cujo pico de altura e comprimento da base varia muito de uma cepa para outra. A escolha, nesse sentido, tem de levar em consideração critérios rigorosos: a altura mínima do pico e produção entre o terceiro ou quarto dia de atividade fermentativa (HASHIZUME, 2001).

O problema térmico causado pela elevação da temperatura de fermentação vem sendo estudado desde meados do século XX, e é observado especialmente em mostos com elevada concentração de açúcar em regiões de clima quente. Desde então foram adotados procedimentos de rotina para controle de temperatura (LEPE & LEAL, 2004).

### 3.7. RESISTÊNCIA AO SO<sub>2</sub>

A resistência ao dióxido de enxofre varia de acordo com a levedura, mas em geral é reduzida em presença de etanol.

O mecanismo de ação dessa molécula que leva à inibição e morte da célula microbiana está relacionado com a modificação da membrana celular e o bloqueio de determinados sistemas enzimáticos essenciais para o metabolismo energético. Também causa danos internos nas células em nível mitocondrial, indução de mutações, ou diminuição intracelular de ATP através de inibição da sua produção (HASHIZUME, 1991).

O aumento da resistência a essa molécula é essencial quando as células são cultivadas por longos períodos e passam por transferências sucessivas em mostos cada vez mais sulfitados. O aumento gradual de doses de SO<sub>2</sub> é muito semelhante ao que está disponível em outras indústrias tais como as de produtos lácteos fermentados, ao tentar obter, sem qualquer modificação genética, culturas resistentes a penicilina e aos antibióticos beta-lactâmicos.

### 3.8. FATOR KILLER

Determinadas leveduras apresentam o fator Killer, um peptídeo tóxico liberado no meio de cultivo capaz de inibir o crescimento de outros microrganismos, inclusive fungos filamentosos (NAKA et al., 2002).

O fator Killer é uma propriedade fisiológica de interesse industrial quando sua atividade consegue se expressar em condições de vinificação. As toxinas Killer K1 e K2 têm um pH ótimo e uma temperatura de inativação que podem ser incompatíveis com os utilizados na produção de vinhos (LEPE & LEAL, 2004).

Em vinhos brancos o próprio enxofre adicionado, ou outros produtos enológicos como bentonita, podem reduzir a competitividade das estirpes Killer, devido a fenômenos de absorção e floculação das proteínas (LEPE, 1997).

Desde a identificação dos quatro fenótipos em relação a esse fator por Markower & Bewan (1963), e os diferentes espectros de atividade e resistência dentro de cada fenótipo, sua distribuição no gênero *Saccharomyces* tem sido amplamente estudada por muitos grupos de pesquisa em vinificação. Embora a variabilidade intra-específica neste gênero seja muito grande, o fator Killer foi constituído como critério prioritário na seleção de leveduras (NAKA et al. 2002).

Todas as cepas capazes de produzir a toxina Killer devem ser capazes de se desenvolver vigorosamente no mosto e ser boa competidora. Quando possuem estas características muitas vezes não precisam utilizar o fator Killer contra leveduras selvagens (COELHO, 2005).

Em termos analíticos, o estudo das características possíveis de uma cepa Killer envolve o uso de meios de cultura sólidos impregnados com azul de metileno, tamponado em pH entre 4,2 e 4,7, em placas de Petri, onde são inoculadas uma cepa com fator Killer e uma cepa sensível. Pelo desenvolvimento da cepa em estudo consegue-se determinar o poder do fator Killer. A cepa Killer cresce na superfície da placa e forma um halo para inibir o crescimento da cepa sensível. Existem cepas neutras, que são resistentes, mas não produzem o fator Killer, e que crescem sem a formação do halo. Enquanto que as cepas sensíveis não conseguem se desenvolver em presença das toxinas Killer (COELHO, 2005).

Segundo Coelho (2005), os principais gêneros que apresentam fator Killer são *Saccharomyces*, *Candida*, *Cryptococcus*, *Debaryomyces*, *Hansenula*, *Kluyveromyces*, *Pichia*, *Torulopsis*, *Ustilago*, *Rhodotorula*, *Trichosporon*, *Hanseniaspora*, *Williopsis*, *Zygowilliopsis*, *Zygosaccharomyces* e *Schwanniomyces*.

### 3.9. AUSÊNCIA DE DEFEITOS OLFATIVOS

Nem sempre os compostos voláteis produzidos na fermentação têm qualidades sensoriais positivas. As sensações olfativas desagradáveis podem ter origem na matéria-prima de má qualidade, no processo fermentativo ou durante o

envelhecimento. Estes defeitos também podem ser oriundos de coadjuvantes enológicos como taninos, gelatinas e materiais filtrantes (LEPE & LEAL, 2004).

Os defeitos olfativos relacionados à fermentação são normalmente atribuídos a formação de compostos com enxofre. A detecção de culturas capazes de formar compostos sulfídricos pode ser feita em meios de cultura sólidos impregnados com sulfito de bismuto, utilizado com indicador, onde as cepas de *Saccharomyces*, produtoras destes compostos, promovem a descoloração do meio (BRANDOLINI et al., 2002).

Outros fatores que afetam a formação de metabólitos sulfídricos são a presença de moléculas precursoras, composição do mosto quanto à acidez, níveis de nitrogênio amínico, ácido pantotênico, piridoxina, presença de metais e temperatura de fermentação (OHMIYA et al., 1997).

#### **4. FERMENTAÇÃO ALCOÓLICA**

Uma das principais fases da elaboração de vinhos é a fermentação, sendo que na maioria das vezes esta é realizada por leveduras da espécie *Saccharomyces cerevisiae* (IVORRA et al., 1999). O etanol é o principal metabólito formado na fermentação e conseqüentemente um dos principais componentes de uma bebida fermentada alcoólica. O significado da palavra fermentação tem sofrido muitas variações ao longo do tempo. O nome fermentação se deu a princípio por meio das reações de catabolismo de matérias orgânicas em anaerobiose, resultando na geração de energia, com rápido e tumultuoso desprendimento de gás, e a origem do nome procedeu do verbo hebraico “*fervere*”, que significa ferver (LEPE & LEAL, 2004).

Durante o processo fermentativo, outros compostos, além de etanol, gás carbônico e glicerol, são produzidos pela levedura em menores concentrações e são importantes para o desenvolvimento do aroma e sabor do produto como ésteres, aldeídos, alcoóis superiores e ácidos orgânicos. Alguns metabólitos secundários são responsáveis pela formação de odores desagradáveis, como mercaptanas, gás sulfídrico e ácido acético, o que reduz a qualidade da bebida (DIAS, 2010).

A degradação de açúcares via glicolítica compreende um conjunto de reações que permitem às células transformarem a glicose em ácido pirúvico,

graças às enzimas produzidas no citoplasma. Durante toda a glicólise são produzidas duas moléculas de ATP. A primeira etapa é a formação de ésteres dos açúcares glicose ou frutose (NELSON & COX, 2000).

A glicose, através de uma fosforilação, é transformada em glicose-6-fosfato, que é isomerizada formando a frutose-6-fosfato e logo a seguir sofre uma outra fosforilação sendo convertida em frutose-1,6-difosfato. O produto destas reações é hidrolisada em duas trioses isômeras, a gliceraldeído-3-fosfato e a dihidroxicetona fosfato (NELSON & COX, 2000).

Das duas trioses isômeras, apenas o gliceraldeído-3-fosfato participa das reações de produção do etanol, enquanto que a dihidroxicetona fosfato participa apenas da formação do glicerol. Por isso o equilíbrio da reação de formação das trioses está deslocado a favor do gliceraldeído-3-fosfato, que por ação posterior da fosfato-deshidrogenase, é transformado em 3-fosfoglicerato (LEPE & LEAL, 2004).

O 3-fosfoglicerato é transformado em 2-fosfoglicerato, através da transferência do fosfato do carbono-3 para o carbono-2. A perda de uma molécula de água deste conduz à formação de um composto rico em energia, o fosfoenolpiruvato, que através da ação da enzima piruvatoquinase é transformado em piruvato (LEPE & LEAL, 2004).

Posteriormente, as leveduras atuam sobre o piruvato efetuando uma descarboxilação, utilizando a enzima piruvato descarboxilase, transformando-o em acetaldeído, que finalmente é reduzido a etanol, devido à ação da álcool desidrogenase em presença de NAD reduzido (OKAMURA-MATSUI et al., 2003)

## **5. PRINCIPAIS METABÓLITOS OBTIDOS NA FERMENTAÇÃO ALCOÓLICA**

Nem todas as moléculas de açúcar do mosto obedecem a equação de Gay-Lussac, formando duas moléculas de etanol e duas de gás carbônico, por cada molécula de glicose metabolizada. Dependendo do metabolismo da levedura, uma determinada quantidade de açúcar pode ser degradada mediante a fermentação gliceropirúvica, formando glicerol e ácido pirúvico, que podem originar diferentes metabólitos secundários (LEPE & LEAL, 2004). Os metabólitos secundários têm participação significativa na formação das características sensoriais dos vinhos (LAMBRECHTS & PRETORIUS, 2000)

A formação do glicerol, composto mais importante no vinho depois do etanol, responsável por atribuir características de suavidade e uma textura aveludada, ocorre através da redução da dihidroxicetona fosfato formada na rota da frutose 1,6 bifosfato (LEPE & LEAL, 2004).

O  $\text{NADH}_2$  liberado na reação glicolítica de transformação do gliceraldeído 3-fosfato a 3 fosfoglicerato, é oxidado pela redução da cetona, no início do processo de fermentação, quando a quantidade de acetaldeído formado é limitada. Isto ocorre no início do desenvolvimento das leveduras, quando a dihidroxiacetona fosfato serve como acceptor de hidrogênio, e ao mesmo tempo permite o acúmulo de acetaldeído, que é transformado em etanol ao final da fermentação. Mesmo na fase tumultuosa, considera-se que não há apenas reações relacionadas à fermentação alcoólica, os mecanismos bioquímicos da fermentação alcoólica e da fermentação gliceropirúvica estão estreitamente relacionados.

Por outro lado, o piruvato formado na fermentação não encontra  $\text{NADH}_2$  disponível para ser reduzido a lactato, ou sofrer a descarboxilação para ser transformado em etanol. Desta forma o piruvato pode ser considerado como a fonte de outros produtos derivados da fermentação.

De acordo com Giudici et al. (1990) os alcoóis superiores são produzidos diretamente através da fermentação do açúcar ou pelo catabolismo de aminoácido. Estes compostos, por serem muito voláteis, influenciam extremamente as propriedades aromáticas de vinhos (GUIMARÃES, 2006). Segundo Argirion et al. (1996) vinhos produzidos a baixa temperatura têm sua qualidade aperfeiçoada pela combinação de concentrações elevadas de acetato, ésteres e pequenas concentrações de alcoóis superiores. Os principais alcoóis superiores, também conhecidos como alcoóis fúseis, encontrados em bebidas são o n-propanol, isobutanol, 2-feniletanol, álcool isoamílico, álcool amílico e hexanol (DIAS et al., 2010).

A concentração total de alcoóis superiores não deve ser acima de 400 mg/L de vinho, sendo que em concentrações abaixo de 300 mg/L contribui para a complexidade de aromas agradáveis do vinho (GUIMARÃES, 2006).

Os aldeídos são compostos carbonílicos intermediários na formação de alcoóis superiores e são associados ao aroma desagradável de bebidas, mesmo quando presentes em pequenas quantidades (DIAS et al., 2010). O principal

aldeído encontrado nos vinhos é o acetaldeído, cuja concentração varia entre 10 e 300 mg/L (MAARSE & VISCHER, 1989). A adição de dióxido de enxofre serve para diminuir sua concentração na bebida (OSBORNE et al., 2000).

De acordo com Zohre & Erten (2002) os ésteres são produzidos por leveduras durante a fermentação alcoólica em uma reação entre alcoóis e acetil-CoA catalisada por álcool acetil transferase e outras enzimas. Os ésteres são os compostos produzidos pela fermentação que têm a maior influencia no aroma das bebidas, e os de maior destaque são: o acetato de etila (encontrado em maior quantidade e apresenta aroma frutado), o acetato de isobutila (aroma de banana), o caproato de etila (aroma de maçã) e o acetato de 2-feniletila (aroma de mel, flores e frutas) (DIAS et al., 2010). A concentração do acetato de etila não deve ultrapassar 150 mg/L sendo que o ideal é que o nível seja menor que 50 mg/L, pois nesta faixa ele aumenta a complexidade do vinho (FRAILE et al., 2000).

Os ácidos orgânicos podem ser divididos em dois grupos, os voláteis e os não voláteis, que são classificados de acordo com a sua massa molecular. Os principais ácidos não voláteis encontrados em mostos de uva são o tartárico e o málico, enquanto que o ácido volátil mais encontrado é o acético, normalmente produzido durante a fermentação (DIAS et al., 2010). Um dos parâmetros organolépticos mais importantes em vinhos é a acidez e deve-se, principalmente, à presença de ácidos orgânicos fracos (DARTIGUENAVE et al., 2000). A grande parte dos ácidos presentes no vinho é proveniente da uva e o restante é produzido na fermentação alcoólica, como o ácido succínico e o acético (GUIMARÃES, 2006).

O diacetil é a principal cetona encontrada em bebidas, sendo que a sua presença está relacionada à formação de aroma de manteiga, quando presente em concentração acima de 4 mg/L (HASHIZUME, 2001). O diacetil é sintetizado pela *Saccharomyces cerevisiae* e excretado da célula para o meio fermentativo e é acumulado durante a fermentação alcoólica como um resultado da descarboxilação da  $\alpha$ -acetolactato (SUOMALAINEN & RONKAINEN, 1968). Outras cetonas encontradas em bebidas são a acetona, a acetoína e a butilolactona.

O metanol é um álcool formado através da hidrólise da pectina, normalmente presente em vinhos a uma concentração que varia de 0 a 635mg/L. A pectina é um ácido poligalacturônico com grau de metoxilação variável, que

durante o processo fermentativo libera estes radicais formando o metanol. Os vinhos obtidos pela adição de enzima pectinolítica ao mosto, por fermentação em tinto ou com casca e vinhos obtidos por maceração prolongada, da casca de uvas, têm o seu teor de metanol aumentado (HASHIZUME, 2001).

## 6. CLARIFICAÇÃO

A clarificação é o processo utilizado para remover substâncias que promovem a turbidez em bebidas, tais como pectina, celulose, amido, proteínas, polifenóis e leveduras. Estas substâncias ficam em suspensão através da formação de colóides mantida por uma rede de pectina, amido e proteínas.

Os processos de clarificação mais utilizados em bebidas são o tratamento enzimático (utilizado para hidrolisar moléculas de pectina, amido e celulose), a sedimentação (através do uso de agentes como a bentonita, sílica, gelatina e albumina), a filtração (que remove os agentes de sedimentação, partículas coloidais, proteínas e polifenóis) e a filtração final (utilizando um filtro polidor com membranas) (CHERYAN, 1998). Outro processo utilizado para clarificar bebidas é a aplicação de baixas temperaturas, próximas do ponto de congelamento, que permite a formação de cristais de tartarato que precipitam pelo aumento do peso molecular e são retirados em processos posteriores como a filtração (MANFROI, 2010). Baixas temperaturas também são utilizadas nos processos citados anteriormente.

### 6.1. TRATAMENTO ENZIMÁTICO

Para produzir bebidas à base de frutas as moléculas estruturais da parede celular precisam ser transformadas em um sistema semifluido composto por fragmentos de paredes celulares suspensas em um líquido citoplasmático. As enzimas são utilizadas para hidrolisar as moléculas estruturais da pectina, amido e celulose. Cepas de *Aspergillus niger* produzem pectinases e hemicelulases. Os componentes principais das pectinases são a pectinaesterase, endometilgalacturonato liase e a poligalacturonase. A pectina presente nas frutas promove um aumento na viscosidade, dificultando a filtração e diminuindo o

rendimento (MAHLER, 1997). Esses problemas podem ser resolvidos utilizando enzimas capazes de hidrolisar a pectina (LANZARINI & PIFERI, 1989).

Segundo Grassin & Fauquembergue (1996), o tratamento enzimático tem como objetivo degradar os polissacarídeos da parede celular a compostos solúveis, em especial ácido D-galacturônico e açúcares neutros. A hidrólise da pectina e celulose juntas é melhorada por atividades de poligalacturonase, pectinálise, pectinesterase e celulase. Os grupos metoxílicos das substâncias pectínicas são removidos com a ação da pectinesterase, liberando metanol e H<sup>+</sup>, que, por isto, é classificada como desmetoxilante (BOBBIO & BOBBIO, 1992).

## 6.2. AGENTES DE SEDIMENTAÇÃO

O processo de sedimentação deve ser bem dimensionado, pois uma sedimentação muito intensa pode acarretar alguns prejuízos ao processo fermentativo como diminuição da velocidade da fermentação, diminuição da produção de biomassa (leveduras) e o aumento do stress da levedura por falta de nutrientes.

Quando a turbidez é muito elevada podem se utilizar agentes de sedimentação como bentonita, sol de sílica, caseinato de potássio e gelatina, entre outros. O uso do caseinato de potássio diminui a concentração de polifenóis e de íons como ferro e cobre, promovendo uma melhor clarificação sem acarretar na perda de compostos aromáticos. Corazza et al. (2001) indica a utilização de bentonita, gelatina e albumina (clara de ovo) na proporção de uma colher de sopa por litro de vinho para a sua clarificação. A bentonita possui carga elétrica negativa, por isto, compostos como íons metálicos e substâncias coloidais à base de proteínas que possuem carga positiva são adsorvidas facilitando assim a sedimentação. A bentonita é utilizada na concentração de 1 g/L e deve ser entumescida em água morna (40°C) durante 24 horas antes de ser adicionada ao vinho, onde permanece por 6 a 10 dias em repouso até que ocorra a sedimentação (HASHIZUME, 1991). O sol de sílica geralmente é utilizado combinado a gelatina, uma vez que ele promove a dispersão das substâncias sem formar os coágulos. A gelatina é utilizada como agente aglutinador em suspensões tratadas com bentonita ou sílica, formando coágulos densos que sedimentam (MANFROI, 2010).

### 6.3. FILTRAÇÃO

Filtração é uma operação utilizada para clarificar e dar estabilidade a uma bebida, ou seja, retirar as partículas em suspensão, como colóides e massa microbiana, através da passagem por um meio permeável, capaz de reter estas substâncias. Normalmente a filtração é precedida de outras etapas de clarificação como a sedimentação (TAYLOR et al., 2001). A estabilidade da bebida pode ser atingida pela remoção dos colóides formados pela coagulação de polifenóis e proteínas, e também pela remoção de células de leveduras ativas responsáveis pela turbidez.

Com objetivo de reduzir as perdas sensoriais e nutricionais que ocorrem na filtração convencional, têm sido estudados processos com membranas, que melhoram a conservação e a clarificação de bebidas (VAILLANT et al., 1999; SÁ et al., 2003). A microfiltração é o processo que vem sendo mais aplicado para clarificação e redução da carga microbiana de sucos de frutas e bebidas (CHERYAN, 1998; CARNEIRO et al., 2002; MATTA et al., 2004a).

Os processos com membranas vêm sendo testados com sucesso, como uma alternativa à clarificação convencional, que, em geral, necessita de duas etapas de filtração, além de necessitar de grandes quantidades de auxiliares de filtração, o que aumenta o custo do processo. As substâncias responsáveis pela turbidez do suco são retidas pela membrana e o produto permeado é o clarificado. Uma alternativa é o processo híbrido, onde uma pequena quantidade de enzima é adicionada, e, após a hidrólise, a bebida é clarificada por filtração com membranas. Este processo apresenta como vantagens a utilização de pequenas quantidades de enzima e o aumento no fluxo permeado através da membrana, já que a viscosidade da bebida hidrolisada é menor (CABRAL et al. 1998; MATTA et al. 2000).

Normalmente os processos com membrana têm sido estudados em módulos de escala laboratorial com sucos de frutas, cerveja, vinhos, fermentados de frutas, entre outros. As principais características dos fluidos em questão durante o processo de microfiltração são a quantidade de sólidos e a sua viscosidade aparente (CURCIO et al., 2001). A polarização de concentração é um fenômeno típico em filtrações por membranas e nada mais é do que o gradiente

de concentração de substâncias que se sobrepõem à superfície da membrana, originando uma camada também conhecida como torta (LAPOLLI,1998).

As vantagens da microfiltração sobre os processos tradicionais incluem a produção de bebidas mais límpidas e claras, com retenção de enzimas pela membrana em função do tamanho de poro da mesma, além da redução do tempo de clarificação, o aumento na produtividade de clarificado, a possibilidade de operar à temperatura ambiente, preservando assim os compostos voláteis responsáveis pelo sabor e aroma da bebida, além de manter o seu valor nutritivo (CASSANO et al., 2003; SÁ et al., 2003). O tratamento térmico aplicado na bebida pode ser minimizado, sendo que a mesma pode ser esterilizada a frio, caso sejam utilizados processamento e envase assépticos (GIRARD & FUKUMOTO, 2000).

Em 2004, foi estudada a clarificação de polpa de umbu, obtendo um permeado da alta qualidade, podendo ser utilizado na produção de diversos produtos como suco tropical e néctar, entre outros (BRUYAS, 2004).

Cassano et al. (2003) estudaram a ultrafiltração em comparação com a concentração térmica para o suco de laranja e observaram que o suco concentrado por tecnologia de membrana manteve sua cor e a maioria dos compostos aromáticos, ao contrário do suco submetido a concentração térmica.

Em 2003, Sá et al. avaliaram a concentração de suco de abacaxi usando osmose inversa precedido por microfiltração. O suco “in natura” foi hidrolisado usando uma combinação de enzimas pectinolíticas e celulolíticas antes da filtração por membranas. O suco hidrolisado foi clarificado por microfiltração usando uma membrana de polietersulfona com porosidade de 0,3 µm e concentrado por osmose inversa em pressões transmembrana diferentes, 20, 40 e 60 bar. Observou-se que quanto maior a pressão transmembrana, maior o aumento no teor de sólidos solúveis (de 8,3°Brix para 16,0, 26,2 e 30,8°Brix, respectivamente) e na acidez (de 8,4g de ácido cítrico/100g para 14,9, 30,1 e 34,7g de ácido cítrico/100g, respectivamente).

Matta et al. (2004b) estudaram a estabilidade físico-química e microbiológica de suco de acerola clarificado utilizando uma membrana de polietersulfona com porosidade de 0,3 µm. Posteriormente o permeado foi concentrado utilizando uma membrana de osmose inversa. O teor de sólidos solúveis que na alimentação era 7,1°Brix passou a ser 29,2°Brix.

## 7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os dados aqui descritos mostram que o desenvolvimento de produtos derivados de umbu é uma alternativa para agregação de valor a este fruto e que pode contribuir para o aumento da renda de famílias do semiárido nordestino. Pode-se, no desenvolvimento de novos produtos de umbu, utilizar novos processos de conservação e/ou separação, como a microfiltração, visando à obtenção de produtos de maior qualidade.

Neste sentido, este projeto teve como objetivos gerais o desenvolvimento, em escala piloto, do processo de obtenção de um fermentado de umbu e a avaliação do efeito de dois tipos de métodos, filtração convencional e micorfiltração, na clarificação do fermentado e na qualidade físico-química e sensorial dos produtos obtidos. Nos capítulos 2 e 3 está apresentado o desenvolvimento de cada uma dessas etapas do trabalho.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARGIRION, T.; KALIAFAS, A.; PSARIANOS, K.; KAMELLAKI, M.; VOLIOTIS, S.; KONTINAS, A. Psychrotolerant *Saccharomyces cerevisiae* strains after an adaptation treatment for low temperature wine making. **Process in Biochemistry**, New York, v. 31, n. 7, p. 639-643, 1996.

BISPO, E. S. **Estudo de produtos industrializáveis do umbu (*Spondias tuberosas* Arr. Câmara)**. 1989. 119f. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos) – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 1989.

BOBBIO, F. O.; BOBBIO, P. A. **Introdução à Química de Alimentos**. 2. ed. São Paulo: Livraria Varela, 1992. 223 p.

BRANDOLINI, V.; SALZANO, G.; MAIETTI, A.; CARUSO, M.; TEDESCHI, P.; ROMANO, P. Automated multiple development method for determination of glycerol produced by wine yeasts. **World Journal of Microbiology & Biotechnology**, v. 18, p. 481- 485, 2002.

BRASIL. Decreto n. 6.871 de 4 de junho de 2009 regulamenta a lei n. 8.918 de 14 de Julho de 1994, que dispõe sobre a padronização, a classificação, o registro, a inspeção, a padronização e a fiscalização de bebidas. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 5 de jun. 2009. p. 20.

BRASIL. **Lei n. 7678-08 outubro 1988**. Dispõe sobre a produção, circulação e comercialização do vinho e derivados da uva e do vinho, e dá outras providências. Brasília: Ministério da Agricultura e de Abastecimento.

BRUYAS, O. **Étude de la clarification de pulpe d'umbu (*Spondias tuberosa*) par microfiltration tangentielle couplé a une hydrolyse enzymatique**. 2004. Dissertação (Mestrado)-École Nationale Supérieure des Industries Agricoles et Alimentaires, Département Industries Agroalimentaires Régions Chaudes, Montpellier, 2004.

CABRAL, L. M. C. Aplicação da Tecnologia de Membranas na Indústria de Alimentos. **Engenharia de Alimentos**, n. 17, p. 27-30, 1998.

CARNEIRO, L. C.; SÁ, I. S.; GOMES, F. S.; MATTA, V. M.; CABRAL, L. M. C. Cold sterilization and clarification of pineapple juice by tangential microfiltration. **Desalination**, v. 148, p. 93-98, 2002.

CASIMIRO, A. R. S.; FEITOSA, T.; BORGES, M. F.; GARRUTTI, D. S.; CAMPOS, J. O. S.; BRINGEL, M. H. F. **Avaliação de leveduras industriais na fermentação de suco de caju**. Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, 2000. 14p. (Embrapa Agroindústria Tropical. Circular Técnica, 4).

CASSANO, A.; DRIOLI, E.; GALALAVERNA, G.; MARCHELLI, R.; DI SILVESTRO, R.; CAGNASSO, P. Clarification and concentration of citrus and carrot juices by integrated membrane processes. **Journal of Food Engineering**, v. 57, p. 153-163, 2003.

CHERYAN, M. **Ultrafiltration and Microfiltration Handbook**. 2. ed. Lancaster: Technomic Pub., 1998. 527p.

COELHO, A.R.; **Controle de *Penicillium expansum* / biodegradação de patulina: perfil cromatográfico de comosto bioativo de leveduras killer visando aplicação pós-colheita**. 2005. 131p. Tese (Doutorado em Ciência de Alimentos). Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2005.

CORAZZA, M.L.; RODRIGUES, D. G.; NOZAKI, J. Preparação e Caracterização do vinho de laranja. **Química Nova**, v. 24, n. 4, p. 449-452, 2001.

CURCIO, S.; CALABRO, V.; IURIO, G.; CINDIO, B. Fruit juice concentration by membranes: effect of rheological properties on concentration polarization phenomena. **Journal of Food Engineering**, v. 48, p. 235-241, 2001.

DARTIGUENAVE, C.; JEANDIT, P.; MAUJEAN, A. Study of the contribution of major organic acids of wine to the buffering capacity of wine in model solutions. **American Journal Enology and Viticulture**, Davis, v. 51, n. 4, p. 352-356, 2000.

DIAS, D. R.; PANTOJA, L.; SCHWAN, R. F. Fermentados de frutas. In: FILHO, W. G. V. **Bebidas alcoólicas: Ciência e tecnologia – Vol. 1**. 1. ed. São Paulo: Editora Edgard Blücher, 2010. p. 85-111.

DIAS, D. R.; SCHWAN, R. F.; LIMA, L. C. O. Metodologia para elaboração de fermentado de cajá (*Spondias mombin* L.). **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 23, n. 3, p. 342-350, 2003.

FERREIRA, J. C. **Efeitos do congelamento ultrarápido sobre as características físico-químicas e sensoriais de polpa de umbu (*Spondias tuberosa* Arruda Câmara) durante a armazenagem frigorificada.** 2000, 85 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) Universidade Federal da Paraíba, Campina Grande, 2000.

FILHO, V. E. M.; NASCIMENTO, A. R.; FILHO, J. E. M.; SANTOS, A. A.; MARINHO, S. C.; MENDES, J. C. LOPES, N. A.; MARTINS, A. G. L. A.; JÚNIOR, A. V. G. Produção, processamento, análises físico-químicas e avaliação organoléptica do vinho obtido de caju (*Anacardium occidentale* L.). **Higiene Alimentar**. São Paulo, v. 16, p. 36-48, 2002.

FRAILE, P.; GARRIDO, J.; ANCIN, C. Influence of a *Saccharomyces cerevisiae* Selected Strain in the Volatile Composition of Rosé Wines. Evolution during Fermentation. **Journal Agricultural and Food Chemistry**, Washington, v. 48, n. 5, p. 1789-1798, 2000.

FRAGA, A. Vinho de umbu é alternativa para os produtores do semiárido baiano. **Jornal A Tarde**, Bahia, 28 fev. 2011. Caderno de Economia, Seção de Agronegócios, p. B8.

GIRARD, B.; FUKUMOTO, L.R. Membrane process of fruit juices and beverages: a review. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, v. 40, n. 2, p. 91 - 157, 2000.

GIUDICI, P., ROMANO, P., ZAMBONELLI, C. A biometric study of higher alcohol production in *Saccharomyces cerevisiae*. **Canadian Journal Microbiology**, Ottawa, v. 36, n. 1, p. 61-14, 1990.

GRASSIN, C.; FAUQUEMBERGUE, P. Apple pomace liquefaction: a new technology. **Fruit Processing**, Oberhonnerfeld, v. 12, p. 490-495, 1996.

GUIMARÃES, D. P. **Avaliação do estresse e do potencial fermentativo de isolados de *Saccharomyces* na microvinificação da jabuticaba.** 2006, 97 p. Dissertação (Mestrado em Microbiologia Agrícola), Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2006.

HASHIZUME, T. **Fabricação de Vinhos de Frutos – Manual Prático.** 1. ed. Ital: Campinas. 1991, 9 p.

HASHIZUME, T. Tecnologia do vinho. In: AQUARONE, E.; BORZANE, W.; SCHEMEDELL, W.; LIMA, U. de A. **Biotecnologia industrial: biotecnologia na produção de alimentos – Vol. 4.** 2001. 523p.

IBGE, Diretoria de Pesquisas, Coordenação de Agropecuária, **Produção da Extração Vegetal e da Silvicultura 2006-2007.** 2008.

IVORRA, C.; PEREZ-ORTIN, J. E.; OLMO, M. An inverse correlation between stress resistance and stuck fermentations in wine yeasts. A molecular study. **Biotechnology and bioengineering**, New York, v. 64, n. 6, p. 698-708, 1999.

- KURTZMAN, P. C.; FELL, J. W. **The yeasts: a taxonomic study**. 4. ed. Amsterdam: Elsevier: 1998. 1055 p.
- LAMBRECHTS, M. G.; PRETORIUS, I. S. Yeast and its importance to wine aroma- a review. **South African Journal of Enology and Viticulture**, Pretoria, v. 21, n. 1, p. 97-129, 2000.
- LANZARINI, G.; PIFFERI, P.G. Enzymes in the fruit juice industry. In: CANTARELLI, C.; LANZARINI, G. **Biotechnology applications in beverage production**. London: Elsevier Applied Science, 1989, p. 189-222.
- LAPOLLI, F. R. **Biofiltração e Microfiltração Tangencial para Tratamento de Esgotos**. 1998, 186 p. Tese (Doutorado). Escola de Engenharia de São Carlos - Universidade de São Paulo - São Carlos, 1998.
- LEPE, J. A. S; LEAL, I. B. **Microbiologia enológica: Fundamentos de vinificación**. 3. ed. Madrid: Ediciones Mundi-Prensa, 2004. 761 p.
- LEPE, J. A. S. **Leveduras vinicas – Funcionalidade y uso em bodega**. Madrid: Mundi Prensa, 1997.
- LIMA, L.F.N.do.; ARAÚJO, J.E.V.; ESPÍNDOLA, A.C.M.de. **Umbu (*Spondias tuberosa* Arr. Câm.)**. Jaboticabal: Funep, 2000. 29 p.
- LOPES, R. V. V.; SILVA, F. L. H. Elaboração de fermentados a partir do figo-da-india. **Revista de Biologia e Ciências da Terra**. Campina Grande, v. 6, p.305-315, 2006.
- LORENZI, H. **Árvores Brasileiras: Manual de Identificação e Cultivo de Plantas Arbóreas Nativas do Brasil**. vol. 1, 3. ed. São Paulo: Instituto Plantarum, 2000. 352 p.
- MAARSE, H.; VISCHER, C.A. Volatile Compounds in Food. Alcoholic Beverages. Qualitative and Quantitative Data, TNO-CIVO, **Food Analysis Institute**, AJ Zeist, The Netherlands, 1989.
- MAHLER, J. L. Enzyme characteristics and why they are used in juice production. **Fruit Processing**, v. 7, n. 10, 1997.
- MANFROI, V. Vinho branco. In: FILHO, W. G. V. **Bebidas alcoólicas: Ciência e tecnologia - Vol. 1**. São Paulo: Editora Edgard Blücher, 2010. p. 142-163.
- MARKOWER, M.; BEWAN, E.,A. The Physiological basis of the killer in yeast. In **Genetics today. XI Inter. Congr. Genet. Geets**. S. J. Ed. Oxford. 1963.
- MATTIETTO, R. A. **Estudo tecnológico de um néctar misto de cajá (*Spondias lutea* L.) e umbu (*Spondias tuberosa*, Arruda Câmara)**. 2005, 299 p. Tese (Doutorado em Tecnologia de Alimentos) – Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2005.

MATTA, V.M.; CABRAL, L.M.C.; SILVA, F.C.; MORETTI, R.H. Rheological behavior of West Indian cherry pulp with and without enzymatic treatment. **Brazilian Journal of Food Technology**, v. 35, p. 59-64, 2000.

MATTA, V. M.; CABRAL, L. M. C.; SILVA L. F. M. Microfiltered acerola juice: evaluation of shelf life. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 24, p. 293-297, 2004a.

MATTA, V.M.; MORETTI, R.H.; CABRAL, L.M.C. Microfiltration and reverse osmosis for clarification and concentration of acerola juice. **Journal of Food Engineering**. v. 61, n. 4, p. 477-482, 2004b.

MÉLO, D. L. F. M. **Potencial biotecnológico do umbu: perspectivas para o semi – árido**. 2005, 82 p. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente), Universidade Federal de Sergipe. São Cristóvão, 2005.

MÉLO, D. L. F. M., TRINDADE, R. C., CARNELOSSI, M. A. G., MANN, R. S. Identificação de leveduras isoladas da polpa e produção artesanal do vinho de umbu. **Brazilian Archives of Biology and Technology**. v. 50, n. 5, p. 887-892 2007.

MENDES, B. V. **Umbuzeiro (*Spondias tuberosa* Arr. Cam.): importante fruteira do semi-árido**. Mossoró: ESAM, 1990. 63 p. (ESAM. Coleção Mossorense, série C, v. 564).

MUNIZ, C. R.; BORGES, M. de F.; ABREU, F. A. P. de.; TIEKO, R. Bebidas fermentadas a partir de frutos tropicais. **Boletim do Centro de Pesquisa de Processamento de Alimentos**, Curitiba, v. 20, n. 2, 2002.

NAKA, F. S.; COELHO, A. R.; LEVY, R. M.; HIROOKA, E. Y. **Determinação de caráter “killer” em leveduras**. XI Encontro Anual de Iniciação Científica. Universidade Estadual de Maringá. Maringá-PR. 2002.

NARAIN, N.; BORA, P. S.; HOLSCHUH, H. J.; VASCONCELOS, M. A. da S. Variation in physical and chemical composition during maturation of umbu (*Spondias tuberosa*) fruits. **Food Chemistry**, v. 44, p. 255-259, 1991.

NELSON, D. L; COX, M. M. **Lehninger Principles of Biochemistry**. 4. ed., New York: W. H. Freeman and Company, 2000.

NETO, A. B. T.; SILVA, M. E.; SILVA, W. B.; SWARNAKAR, R.; SILVA F. L. H. Cinética e caracterização físico-química do fermentado do pseudofruto do caju (*Anacardium occidentale* L.). **Química Nova**. São Paulo, v. 29, p. 489-492, 2006.

OHMIYA, R.; AIBA, H.; YAMADA, H.; MIZUNO, T. Clarification of the promoter structure of the osmoregulated *gpd1+* gene encoding an isozyme of NADH-dependent glycerol-3-phosphate dehydrogenase in fission yeast. **Bioscience Biotechnology Biochemistry**, Toquio, v. 61, n. 3, p. 553-555, 1997.

OKAMURA-MATSUI, T.; TOMADA, T.; FURKADA, S.; OHSUGI, M. Discovery of alcohol dehydrogenase from mushrooms and application to alcoholic beverages. - a review – **Journal Molecular Catalysis B: enzymatic**, Amsterdam, v. 23, p. 133-144, 2003.

OSBORNE, J. P.; ORDUÑA, R. M.; PILONE G. J.; LIU, S. Q. Acetaldehyde metabolism by wine lactic acid bacteria. **FEMS Microbiology Letters**, Amsterdam, v. 191, n. 1, p. 51-55, 2000.

PAZ, M. F.; SCARTAZZINI, L. S.; OGLIARI, T. C.; BURLIN, C. **Produção e Caracterização do Fermentado Alcoólico de Actinidia deliciosa Variedade Bruno Produzido em Santa Catarina**. In: XVI Simpósio Nacional de Bioprocessos, SINAFERM 2007 – Anais – CD Room. Curitiba, 2007.

PRUDÊNCIO, A. J. Vinhos de mesa. Ver. **Sociedade Brasileira de Ciência e Tecnologia de Alimentos**. Núcleo Regional de Santa Catarina. n. 09, junho, 1969.

SÁ, I. S.; MATTA, V.M.; CABRAL, L.M.C. Concentração de suco de abacaxi através dos processos com membranas. **Brazilian Journal of Food Technology**, v. 6, p. 53-62, 2003.

SANTOS, E. O. C.; OLIVEIRA, A. C. N. **Importância sócio-econômica do beneficiamento do umbu para os municípios de Canudos, Uauá e Curaça**. In: Anais do 3º Simpósio Brasileiro de Captação de Água de Chuva no Semi-Árido, ABCMAC, 2004. Campina Grande-PB, 2004.

SANTOS, S. C.; ALMEIDA, S. S.; TOLEDO, A. L.; SANTANA, J. C. C.; SOUZA, R. R. Elaboração e análise sensorial do fermentado de acerola (*Malpighia puniceifolia* L.). **Brazilian Journal of Food Technology**, p. 47-50, 2005.

SEVERO JÚNIOR, J.B.; ALMEIDA, S.S.; NARAIN, N.; SOUZA, R.R.; SANTANA, J.C.C.; TAMBOURGI, E. B. Wine clarification from Spondias mombin L. pulp by hollow fiber membrane system. **Process Biochemistry**, v. 42, p. 1516-1520, 2007.

SILVA, P. H. A.; FARIA, F. C.; TONON, B.; MOTA, S. J. D.; PINTO, V. T. Avaliação da composição química de fermentados alcoólicos de jabuticaba (*Myrciaria jabuticaba*). **Química Nova**, v. 31, n. 3, p. 595-600, 2008.

SOUZA, A. H.; CATÃO, D. D. Umbu e seu suco. **Revista Brasileira de Farmácia**, Rio de Janeiro, v.51, p. 335-353, 1970.

SUOMALAINEN, H.; RONKAINEN, P. Mechanism of diacetyl formation in yeast fermentation. **Nature**, London, v. 220, n. 5169, p. 792-793, 1968.

TAYLOR, M.; FARADAY, D. B. F.; O'SHAUGHNESSY, C. L.; UNDERWOOD, B. O.; REED, R. J. R. Quantitative determination of fouling layer composition in the microfiltration beer. **Separation and Purification Technology**, v. 22-23, p. 133-142.

USHIKUBO, F. Y. **Efeito do tratamento enzimático, da velocidade tangencial e da pressão transmembrana na microfiltração da polpa diluída de umbu (*Spondias tuberosa* Arr. Cam.)**. 2006, 117 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Alimentos) – Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2006.

VAILLANT, F.; MILLAN, P.; O'BRIEN, G.; DORNIER, M.; DECLoux, M.; REYNES, M. Crossflow microfiltration of passion fruit juice after partial enzymatic liquefaction. **Journal of Food Engineering**, v. 42, p. 215-224, 1999.

ZOHRE, D. E.; ERTEN, H. The influence of *Kloeckera apiculata* and *Candida pulcherrima* yeasts on wine fermentation. **Process Biochemistry**, Oxford, v. 38, n. 3, p. 319-324, 2002.

**CAPÍTULO 2 – OBTENÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DO FERMENTADO DE  
UMBU (*Spondias tuberosa* Arr. Cam.) DO SEMIÁRIDO NORDESTINO EM  
ESCALA SEMI-INDUSTRIAL**

---

Este capítulo foi submetido como artigo em 14 de fevereiro de 2011 ao periódico Ciência Rural.

**OBTENÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DO FERMENTADO DE UMBU (*Spondias tuberosa* Arr. Cam.) DO SEMIÁRIDO NORDESTINO EM ESCALA SEMI-INDÚSTRIAL**

**OBTAINING AND CHARACTERIZATION OF A UMBU FERMENTED (*Spondias tuberosa* Arr. Cam.) BEVERAGE FROM SEMI-ARID IN NORTHEASTERN IN SEMI-INDUSTRIAL SCALE**

Breno de Paula<sup>1\*</sup>, Julia da Silva Menezes<sup>2</sup>, Pâmela da Costa Lima<sup>2</sup>, Claudia Oliveira Pinto<sup>2</sup>, Lauro Eduardo Macedo Guedes Conceição<sup>2</sup>, Virginia Martins da Matta<sup>3</sup>, Celso Duarte Carvalho Filho<sup>4</sup>

**RESUMO**

O objetivo deste trabalho foi desenvolver um fermentado de umbu visando agregar valor a esses frutos e contribuir para a melhoria de renda das famílias do semiárido nordestino. A polpa utilizada nos experimentos foi submetida a análises físico-químicas e microbiológicas. Para a produção da bebida, a polpa foi diluída em água, sendo necessário realizar uma chaptalização com sacarose até atingir 20,5°Brix. A levedura comercial utilizada foi *Saccharomyces cerevisiae*. A fermentação foi conduzida a 18°C durante 18 dias e posteriormente a bebida foi submetida a uma estabilização com auxílio de agentes de sedimentação, gelatina e bentonita, por 14 dias a 1°C. Após a estabilização o fermentado de umbu foi filtrado em filtro prensa. O fermentado de umbu obtido apresentou teor alcoólico de 11,20°GL. A bebida foi analisada quanto às suas características físico-químicas e todos os parâmetros estavam em conformidade com a legislação vigente.

**Palavras-chave:** fermentação alcoólica; agregação de valor; fermentado de frutas.

---

<sup>1\*</sup>Centro de Tecnologia SENAI-RJ Alimentos e Bebidas. Rua Nilo Peçanha, 85, Centro – Vassouras-RJ – CEP: 27.700-000. E-mail: [brenoal@gmail.com](mailto:brenoal@gmail.com). Autor para correspondência.

<sup>2</sup>Bolsista do CNPq.

<sup>3</sup>Faculdade de Farmácia, Universidade Federal da Bahia (UFBA), Salvador, BA, Brasil.

<sup>4</sup>Embrapa Agroindústria de Alimentos, Rio de Janeiro, RJ, Brasil.

## ABSTRACT

The objective of this study was to develop a umbu fermented beverage aiming to add value to this fruit and contribute for improving the families income in Brazil northeast semi-arid region. The pulp used in the experiments was subjected to physico-chemical and microbiological analysis. For the production of the fermented drink, the pulp was diluted in water and needed a sugaring with sucrose up to 20.5°Brix. A commercial *Saccharomyces cerevisiae* yeast was used. The fermentation was conducted at 18°C for 18 days and the product was submitted to a sedimentation step with the aid of stabilizing agents, gelatin and bentonite, for 14 days at 1°C. After stabilization the fermented drink was filtered in filter press. The umbu fermented alcoholic drink showed contents of 11.20°GL. The drink was analyzed for their physicochemical characteristics and all parameters attended the Brazilian current legislation.

**Keywords:** alcoholic fermentation; adding value; fermented fruit.

## 1. INTRODUÇÃO

O umbuzeiro é uma planta frutífera do gênero *Spondias*, nativa de regiões semi-áridas do Nordeste brasileiro. Pertencente à família das anacardiáceas, é uma árvore de pequeno porte, copa em forma de guarda-chuva, esparramada, tronco curto, galhos retorcidos e muito ramificados. É xerófila e caducifólia, por isso adaptada ao calor, aos solos pobres e de baixa densidade pluvial (MENDES, 1990).

A sua fruta é uma drupa, com diâmetro variando de 2 a 4 cm, massa entre 10 e 20 g, forma arredondada a ovalada, constituída por casca (22%), polpa (68%) e caroço (10%). Possui superfície lisa com casca de cor amarelo-esverdeada e polpa branco-esverdeada, mole, succulenta, quase aquosa quando madura e sabor agridoce (LIMA et al., 2000). É conhecida como umbu, imbu ou ambu.

Devido à sua importância alimentar (SANTOS & OLIVEIRA, 2004), o umbu se constitui em uma fonte de renda para as famílias dos agricultores da região semi-árida do nordeste. No entanto é uma fruta de período sazonal curto e

de elevada perecibilidade. O extrativismo do umbu é a maneira mais tradicional de exploração dessa fruta típica do semi-árido, sendo os principais Estados produtores Bahia, Pernambuco, Rio Grande do Norte, Piauí e Paraíba. A produção em 2007 (IBGE, 2008), foi de 8.619 toneladas, com destaque para o sertão do Estado da Bahia.

Em muitas comunidades rurais, o extrativismo do umbu é responsável por significativa parte da renda dos agricultores na época da safra. Segundo Fraga (2011) a principal forma de comercialização do umbu é como polpa congelada ou como fruta *in natura*, acarretando perdas graças a sua alta perecibilidade. A venda do saco de umbu pesando 45 kg é comercializada por cerca de R\$ 17,00, o que gera uma baixa remuneração ao agricultor. Uma outra alternativa de produto que pode agregar valor ao fruto é uma bebida fermentada. De acordo com o Decreto nº 6.871, de 04 de junho de 2009 do Ministério da Agricultura, Pecuária e do Abastecimento (MAPA), que regulamenta a Lei nº 8.918, de 14 de julho de 1994, fermentado de fruta é a bebida com graduação alcoólica de quatro a quatorze por cento em volume, a vinte graus Celsius, obtida da fermentação alcoólica do mosto de fruta sã, fresca e madura (BRASIL, 2009). Vinho é a denominação reservada para o fermentado produzido através da fermentação da uva, sendo proibida sua utilização para produtos obtidos de outras matérias-primas, de acordo com a Lei nº 7.678 (BRASIL, 1988).

Qualquer fruta que contenha em sua composição os substratos, água, açúcar e outros nutrientes, em níveis suficientes para que as leveduras realizem a fermentação, podem servir como matéria-prima para produção de bebidas alcoólicas (PRUDÊNCIO, 1969). Nos últimos anos diversas frutas têm sido pesquisadas para produção de fermentados de frutas.

Em 2002, Muniz et al. produziram e caracterizaram fermentados de ata (*Annona squamosa* L.), ciriguela (*Spondias purpúrea* L.) e mangaba (*Harconia speciosa* Gom.), utilizando leveduras comerciais. Os fermentados atingiram teores alcoólicos de 8,4°GL para a ata, 9,8°GL para a mangaba e 10,0°GL para a ciriguela.

Dias et al. (2003) utilizaram a polpa de cajá (*Spondias mombin* L.), com 12°Brix chaptalizada na proporção 1:1 com solução de sacarose para obter um mosto com 24°Brix e obtiveram um fermentado com teor alcoólico de 12°GL e teor de açúcar de 0,0 g/L, caracterizando-o como fermentado seco.

A utilização do kiwi (*Actinidia deliciosa* cv. Bruno) para a produção de fermentados foi estudada por Paz et al. (2007). O fermentado foi clarificado com gelatina e filtrado, apresentando um teor alcoólico de 8,2°GL e uma concentração de açúcares redutores de 3,0 g/L, sendo caracterizado como fermentado seco.

Mélo et al. (2007) identificaram 17 espécies de leveduras presentes na polpa dos frutos do umbuzeiro, de um total de 54 isoladas. Das leveduras identificadas nove foram utilizadas na fabricação de fermentado de umbu, sendo que as espécies *Candida spadovensis*, *Candida valida*, *Candida tenuis-like* e *Candida florica-like* foram as que resultaram em produtos com maior teor alcoólico (10°GL). Em outro trabalho Mélo et al. (2005) utilizaram duas espécies de leveduras isoladas da polpa do umbu, *Kluyveroyces marxianus* e *Kloeckera japonica*, e uma *Saccharomyces cerevisiae* comercial e observaram que a última produziu o fermentado com menor tempo e com menor concentração de açúcar residual.

O desenvolvimento de um fermentado de umbu visa contribuir para a melhoria de renda das famílias do semiárido nordestino por meio da agregação de valor a esses frutos.

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

A matéria-prima utilizada foi polpa de umbu comercial pasteurizada proveniente de um único lote de produção.

A polpa de umbu foi diluída em água na proporção de 35:65. Em função do baixo teor de sólidos solúveis, principalmente após a diluição da polpa (2,4°Brix), foi necessário realizar uma chaptalização no mosto a 20,5°Brix, sendo adicionados 13,9 kg de sacarose comercial, calculado através do quadrado de Pearson. Foram obtidos 75 L de mosto, que foi sulfitado utilizando piro-sulfito de potássio combinado com ácido ascórbico e o pH foi corrigido para 3,7 com adição de carbonato de cálcio.

O mosto foi submetido a um tratamento enzimático visando hidrolisar a pectina e aumentar o rendimento na fermentação. Foram utilizadas duas enzimas comerciais, a Endozym<sup>®</sup> Active e a Endozym<sup>®</sup> Éclair, com ação pectinolítica e

---

Os insumos enológicos utilizados nos experimentos deste trabalho foram fornecidos pela empresa AEB Bioquímica Latino Americana.

baixa atividade de pectinesterase, o que permite um baixo nível de liberação de metanol. Foram utilizados 20 ppm de cada enzima a 25°C por 40 min.

Foi adicionado ao mosto 30 g do nutriente para fermentação Fermoplus<sup>®</sup> Millenium, à base dos compostos nitrogenados necessários para o desenvolvimento das leveduras.

O pé de cuba foi preparado com a levedura comercial Fermol<sup>®</sup> Millenium (multi-estirpes de *Saccharomyces cerevisiae*) com concentração inicial de 20 g de levedura para 100 kg de mosto, e mantida a 35°C/20 min. A propagação foi realizada por meio de quatro dobras de volume com adição do mosto, sendo a primeira após 20 minutos com a adição de 165 g de mosto nos 165 g de preparado da levedura. A segunda, a terceira e a quarta dobra foram realizadas em intervalos de uma hora com adição de 330 g, 660 g e 1.320 g de mosto, respectivamente.

A fermentação foi conduzida em duas cubas de aço inoxidável de 50 L adaptado com batoque hidráulico para eliminar o gás carbônico formado durante a fermentação sem permitir a entrada de oxigênio nos reatores. As cubas foram acondicionadas em uma câmara de refrigeração a 18°C por um período de 18 dias. A fermentação foi monitorada pela análise diária do grau alcoólico (°GL) utilizando picnômetro (BRASIL, 2005), do teor de sólidos solúveis (°Brix), da acidez total titulável (meq/L) e do pH, de acordo com as normas analíticas do Instituto Adolfo Lutz (2008).

Ao final da fermentação foi realizada uma trasfega, separando os depósitos formados pela sedimentação das fibras da polpa, colóides e massa celular oriunda das leveduras que podem alterar o fermentado, dando origem a substâncias de odor desagradável, como H<sub>2</sub>S e mercaptanas. Em seguida foi realizada uma nova sulfitação com adição de 2,5 g do Antioxin<sup>®</sup> W nos 50 L restantes do fermentado.

Para acelerar a etapa de estabilização, que foi conduzida a 1°C por 14 dias, foram utilizados dois agentes de sedimentação, o Gelsol<sup>®</sup> (5 g) e o Bentogran<sup>®</sup> (35 g). Após esta etapa foi realizada uma nova trasfega e foi utilizada a filtração convencional em filtro prensa com placas de celulose com poros de 1 µm e área de filtração de 0,44 m<sup>2</sup> para remoção das partículas coloidais.

A polpa foi caracterizada por meio de análises físico-químicas de umidade, resíduo mineral fixo, pH, sólidos solúveis totais (°Brix), acidez total

(expressa em ácido cítrico), ácido ascórbico, proteínas, lipídeos e pectina, conforme as normas analíticas do Instituto Adolfo Lutz (2008). As determinações de açúcares redutores, açúcares não redutores e açúcares totais foram realizadas conforme o método espectrofotométrico de DNS (MILLER, 1959). A caracterização microbiológica foi realizada pela contagem de bactérias totais, fungos filamentosos e leveduras, coliformes a 35°C, *Escherichia coli* e *Salmonella sp* (BRASIL, 2003).

O fermentado de umbu foi analisado quanto às suas características físico-químicas de acordo com a Instrução Normativa Nº 24, de 8 de Setembro de 2005 que regulamenta o Manual Operacional de Bebidas e Vinagre (BRASIL, 2005). Foram analisados o grau alcoólico real (picnômetro), o pH (potenciômetro), a acidez total titulável, a acidez volátil (titulação), acidez fixa por cálculo, o extrato seco total (densímetro), o extrato seco reduzido por cálculo, as cinzas (gravimetria) e açúcares totais pelo método DNS (MILLER, 1959).

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados obtidos nas análises microbiológicas de contagem de bactérias totais, fungos filamentosos e leveduras, coliformes a 35°C, *Escherichia coli* e *Salmonella sp*, apresentados na Tabela 1, demonstraram que a polpa de umbu estava em condições higiênico sanitárias satisfatória (BRASIL, 2001).

**Tabela 1.** Caracterização microbiológica da polpa de umbu.

Análises	Resultado	Limites*
Contagem de bactérias totais	1,3 x 10 <sup>2</sup> UFC/g	-
Fungos filamentosos e leveduras	< 1,0 x 10 <sup>2</sup> UFC/g	-
Coliformes a 35°C	1,0 x 10 <sup>1</sup> UFC/g	-
<i>Escherichia coli</i>	< 1,0 x 10 <sup>1</sup> UFC/g	≤ 1,0 x 10 <sup>2</sup> UFC/g
<i>Salmonella SP</i>	Ausente em 25g	Ausente em 25g

\*Os limites utilizados nesta tabela foram extraídos da Resolução RDC nº 12, de 02 de janeiro de 2001, que aprova o regulamento técnico sobre padrões microbiológicos para alimentos.

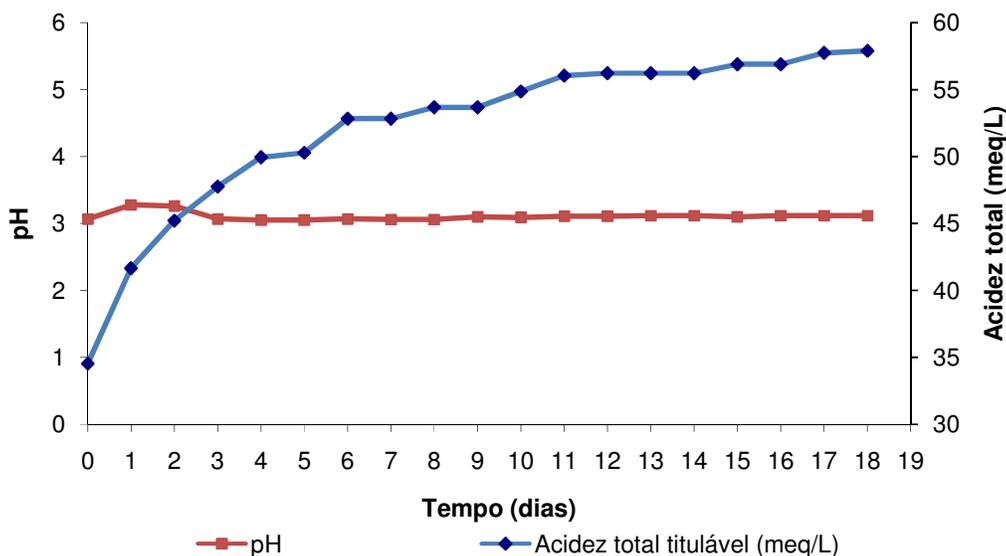
Os valores de umidade (89,48%), cinzas (0,41%), e lipídeos (0,39%) estiveram de acordo com os reportados por Mattietto (2005) e Ushikubo (2006), enquanto que os valores de proteínas (0,44%), teor de sólidos solúveis (6,5°Brix), açúcares redutores (1,9%) e açúcares totais (2,5%) foram inferiores. O baixo teor de açúcares foi determinante para a necessidade de realizar uma chaptalização mais intensa, uma vez que o teor de sólidos solúveis inicial no mosto foi de 2,5°Brix. Outro fator que influenciou foi a necessidade de realizar a diluição da polpa em água devido à grande quantidade de pectina (1,10%). A polpa de umbu apresentou acidez de 1,38 g/100 g, expressa em ácido cítrico e pH de 2,47 o que comprovou a sua característica ácida (Tabela 2), além de um teor de ácido ascórbico de 24,97 mg/100 g.

**Tabela 2.** Caracterização físico-química da polpa de umbu.

Determinações	Resultados
pH	2,47 ± 0,00
Sólidos solúveis (°Brix)	6,47 ± 0,15
Acidez em ác. cítrico (g/100g)	1,38 ± 0,02
Ratio (°Brix/acidez)	4,59
Umidade (%)	89,48 ± 0,06
Proteínas (%)	0,44 ± 0,01
Lipídeos (%)	0,39 ± 0,01
Açúcares redutores (%)	1,92 ± 0,14
Açúcares não redutores (%)	0,54
Açúcares totais (%)	2,46 ± 0,19
Pectina (%)	1,10 ± 0,02
Ácido ascórbico (mg/100g)	24,97 ± 0,01
Resíduo mineral fixo (%)	0,41 ± 0,01

Os valores de pH apresentaram um pequeno aumento durante os dois primeiros dias de fermentação e em seguida uma pequena queda no decorrer da fermentação, até atingir um valor próximo de 3,10 no final do processo. Alguns

aspectos como crescimento bacteriano, solubilidade de proteínas, efeito do dióxido de enxofre, efetividade da bentonita e reações de escurecimento, estão diretamente relacionados ao pH. Valores de pH com limites fixados no intervalo de 3 a 4, mais próximo do limite inferior, aumentam a resistência à contaminação bacteriana (AQUARONE et al., 2001). A curva da acidez total apresentou aumento gradativo durante a fermentação enquanto que o pH teve uma pequena elevação nos dois primeiros dias e depois estabilizou em torno de 3,1 (Figura 1).

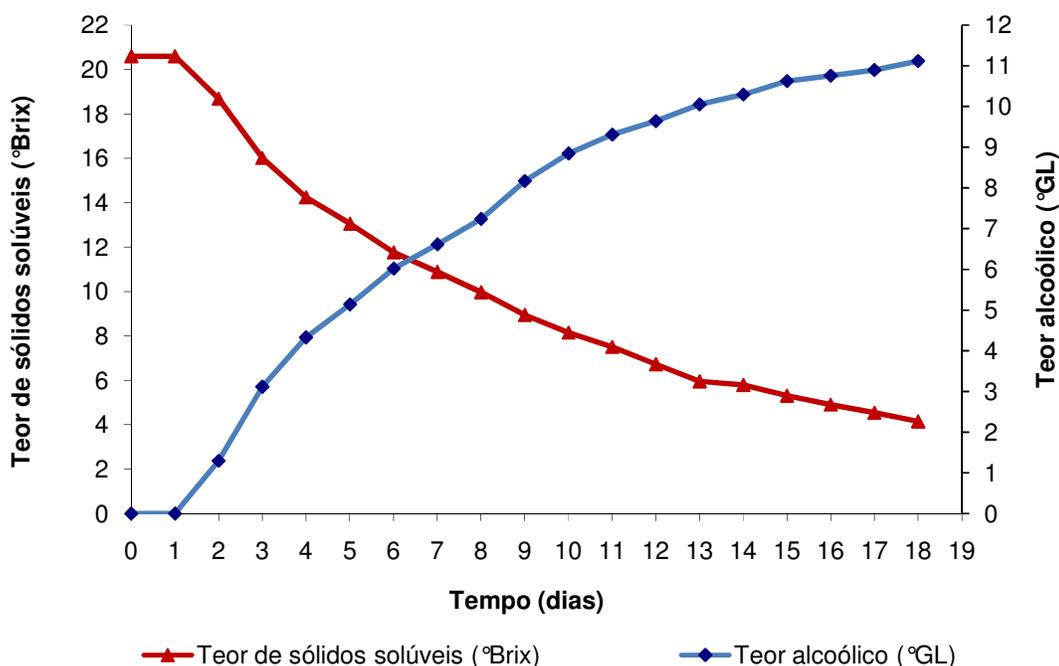


**Figura 1.** Evolução da acidez titulável e do pH durante a fermentação de mosto de umbu.

A Figura 2 representa a cinética de fermentação, demonstrando o consumo do substrato (açúcares) e a formação do produto (etanol), em função do tempo de fermentação, onde é possível observar a redução gradual do teor de sólidos solúveis durante todo o período de fermentação que foi de 18 dias.

Assim como observado nas curvas de pH, acidez total e sólidos solúveis, a formação de etanol foi lenta e gradual durante os 18 dias de fermentação. Este fato está relacionado à principal fonte de açúcar utilizada pela levedura e principalmente à temperatura utilizada no processo (18°C). Como o teor de sólidos solúveis da polpa diluída em água foi 2,4°Brix, a principal fonte de substrato para a levedura era a sacarose. Para consumir a sacarose a *Saccharomyces cerevisiae* precisa hidrolisá-la a glicose e frutose antes de ser

metabolizada a etanol. Este processo de hidrólise da sacarose necessita de um tempo maior quando a fermentação é conduzida a baixas temperaturas, pois a velocidade do metabolismo da levedura é menor. Isto faz com que a produção das enzimas necessárias para esta hidrólise, as invertases, seja maior.



**Figura 2.** Evolução do teor de sólidos solúveis e de álcool durante a fermentação de mosto de umbu.

A combinação de um mosto com alto teor de sacarose com a utilização de baixas temperaturas de fermentação resulta numa bebida com elevado teor de açúcares residuais e com baixos teores de metabólitos indesejáveis, como aldeídos, cetonas, ésteres, alcoóis superiores e ácidos voláteis.

As análises físico-químicas realizadas no fermentado de umbu demonstraram que o produto está em conformidade com a Portaria Nº 64 (BRASIL, 2008), que aprova o regulamento técnico para a fixação dos padrões de identidade e qualidade para os fermentados de frutas (Tabela 3).

**Tabela 3.** Caracterização físico-química do fermentado de umbu e seus respectivos limites legais.

Parâmetros	Resultados	Portaria N° 64 (BRASIL, 2008)*
Grau alcoólico (%v/v a 20°C)	11,2 ± 0,00	≥ 4,0 e ≤ 14,0
Densidade relativa (g/mL a 20°C)	1,0026 ± 0,00	-
Acidez total (meq/L)	50,07 ± 0,57	≥ 50,0 e ≤ 130,0
Acidez fixa (meq/L)	42,8	≥ 30,00
Acidez volátil (meq/L)	7,27 ± 1,08	≤ 20,00
Extrato seco reduzido (g/L)	23,50	≥ 7,00
Extrato seco total (g/L)	44,90	-
Cinzas (%)	2,36 ± 0,07	-
Glicídios totais (g/L)	22,36 ± 0,92	-
Glicídios redutores (g/L)	22,00 ± 1,12	-

\*Os limites utilizados nesta tabela foram extraídos da Portaria N° 64, de 23 de abril de 2008, que aprova o regulamento técnico para a fixação dos padrões de identidade e qualidade para os fermentados de frutas.

O teor alcoólico foi de 11,2°GL e se encontra na média dos resultados obtidos de outras frutas reportados na literatura. O fermentado de umbu produzido por Mélo et al. (2007) apresentou um valor de 10°GL. Muniz et al. (2002) estudaram fermentados de três frutas, ata, ciriguela e mangaba e atingiram teores alcoólicos de 8,4°GL, 10,0°GL e 9,8°GL, respectivamente. O fermentado de cajá elaborado por Dias et al. (2003) apresentou teor alcoólico de 12°GL e um fermentado de kiwi apresentou teor alcoólico de 8,2°GL (PAZ et al., 2007).

A acidez total do fermentado de umbu obtida no presente trabalho (50,07 meq/L) foi praticamente o valor do limite mínimo estabelecido que é 50,00 meq/L (BRASIL, 2005). Este fato se deve à baixa formação de ácidos voláteis

(7,27 meq/L), o que é um fator positivo, pois estes compostos, quando presentes em grande quantidade, desenvolvem sabor desagradável de vinagre, sendo que o máximo permitido é 20,00 meq/L (BRASIL, 2005). A acidez fixa foi determinada por cálculo pela diferença entre a acidez total e a volátil. O valor encontrado de 42,80 meq/L ficou acima do mínimo permitido que é 30,00 meq/L (BRASIL, 2005). Segundo Asquieri et al. (2004), um pH relativamente baixo, como o obtido no presente trabalho (3,10), confere características de frescor à bebida.

Os valores encontrados para o extrato seco total (44,90 g/L) e para o extrato seco reduzido (23,50 g/L) são baixos se comparados com os valores do fermentado de jaca 96,80 g/L e 89,52 g/L respectivamente. Porém, são compatíveis com os valores encontrados por Paz et al. (2007) para o fermentado de kiwi., 21,89 g/L para o extrato seco total e 19,89g/L para o extrato seco reduzido. A grande variação entre os valores de extrato seco pode ser em função das etapas de clarificação realizadas (tratamento enzimático, uso de agentes de sedimentação e filtração) desde a preparação do mosto até o envase do fermentado. Segundo Aquarone et al., (1983), o extrato seco reduzido determina o corpo do produto; quando o seu valor está abaixo de 20 g/L é considerado leve ou doce e acima de 25g/L, é considerado encorpado.

Segundo Rizzon & Miele (2002), as cinzas geralmente, correspondem a aproximadamente 10% do extrato seco reduzido. O valor encontrado para o fermentado de umbu no presente trabalho foi de 2,36 g/L, valor abaixo do encontrado por Paz et al. (2007) para o fermentado de kiwi (3,07 g/L) e dos 4,0 g/L encontrados por Santos et al (2005) para fermentado de acerola. Estas diferenças, segundo Neto et al. (2006), são decorrentes, provavelmente, de má fermentação ou da presença de minerais estranhos à fruta.

O elevado teor de glicídios totais (22,36 g/L) verificado no fermentado de umbu indica que este produto pode ser comparado a um vinho branco de mesa do tipo suave e está bem acima dos 3,0 g/L encontrado por Paz et al. (2007) para o fermentado de kiwi e dos 11,48 g/L determinado por Santos et al (2005) para fermentado de acerola.

#### 4. CONCLUSÕES

A utilização do umbu para produção de uma bebida fermentada é uma alternativa tecnologicamente viável, pois os resultados obtidos em escala semi-industrial mostraram que é possível produzir um fermentado que atende aos requisitos com características físico-químicas adequadas e que poderia ser classificado como do tipo suave. A produção de fermentado de umbu possibilita de forma indireta a partir das tecnologias geradas, agregação de valor ao umbu, com a possibilidade de inserção de um novo produto no mercado.

#### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AQUARONE, E.; BORZANI, W.; SCHIMIDELL, W.; LIMA, U. A. **Biotecnologia na produção de alimentos**. Vol. 4. Série Biotecnologia Industrial. 1ª ed. Edgard Blücher Ltda, São Paulo-SP, 2001, p 523.

ASQUIERI, E. R.; DAMIANI, C.; CANDIDO, M. A.; ASSIS, E. M. Vino de jabuticaba (*Myrciaria cauliflora* Berg): Estudio de las características físico-químicas y sensoriales de los vinos tinto seco y dulce, fabricados com la fruta integral. **Alimentaria**, n. 355, p. 111-122, 2004.

BRASIL. Decreto n. 6871 de 4 de junho de 2009 regulamenta a lei n. 8918 de 14 de Julho de 1994, que dispõe sobre a padronização, a classificação, o registro, a inspeção, a padronização e a fiscalização de bebidas. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Brasília, p. 20, 5 de jun. 2009.

BRASIL. **Instrução Normativa n. 24 de 8 de Setembro de 2005**, que Aprova o Manual Operacional de Bebidas e Vinagres. Brasília: Ministério da Agricultura e de Abastecimento.

BRASIL. **Instrução Normativa Nº 62, de 26 de Agosto de 2003**, que Oficializa os Métodos Analíticos Oficiais para Análises Microbiológicas para Controle de Produtos de Origem Animal e Água.

BRASIL. **Lei n. 7678 de 08 de Outubro de 1988**, Dispõe sobre a produção, circulação e comercialização do vinho e derivados da uva e do vinho, e dá outras providências. Brasília: Ministério da Agricultura e de Abastecimento.

BRASIL. **Portaria n. 64 de 23 de Abril de 2008**, que Aprovam os Regulamentos Técnicos para a Fixação dos Padrões de Identidade e Qualidade para as Bebidas Alcoólicas Fermentadas: Fermentado de Fruta, Sidra, Hidromel, Fermentado de Cana, Fermentado de Fruta Licoroso, Fermentado de Fruta Composto e Saquê. Brasília: Ministério da Agricultura e de Abastecimento.

BRASIL. **Resolução RDC nº 12, de 02 de Janeiro de 2001**, que Aprova o Regulamento Técnico sobre Padrões Microbiológicos para Alimentos. Brasília: Ministério da Saúde.

DIAS, D. R.; SCHWAN, R. F.; LIMA, L. C. O. Metodologia para elaboração de fermentado de cajá (*Spondias mombin* L.). **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 23, n. 3, p. 342-350, 2003.

IBGE, Diretoria de Pesquisas, Coordenação de Agropecuária, **Produção da Extração Vegetal e da Silvicultura 2006-2007**. 2008.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Normas analíticas do Instituto Adolfo Lutz: Métodos químicos e físicos para análise de alimentos**. 4. ed. São Paulo, 2008, 1.020 p.

FRAGA, A. Vinho de umbu é alternativa para os produtores do semiárido baiano. **Jornal A Tarde**, Bahia, 28 fev. 2011. Caderno de Economia, Seção de Agronegócios, p. B8.

LIMA, L. F. N.do.; ARAÚJO, J. E. V.; ESPÍNDOLA, A. C. M. **Umbu (*Spondias tuberosa* Arr. Câm.)**. Funep, 2000. 29 p.

MATTIETTO, R. A. **Estudo tecnológico de um néctar misto de cajá (*Spondias lutea* L.) e umbu (*Spondias tuberosa*, Arruda Câmara)**. 2005, 299 p. Tese (Doutorado em Tecnologia de Alimentos) – Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2005.

MENDES, B. V. **Umbuzeiro (*Spondias tuberosa* Arr. Cam.): importante fruteira do semi-árido**. Mossoró: ESAM, 1990. 63 p. (ESAM. Coleção Mossorense, série C, v. 564).

MÉLO, D. L. F. M. **Potencial biotecnológico do umbu: perspectivas para o semi – árido**. 2005, 82 p. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente), Universidade Federal de Sergipe. São Cristóvão, 2005.

MÉLO, D. L. F. M., TRINDADE, R. C., CARNELOSSI, M. A. G., MANN, R. S. Identificação de leveduras isoladas da polpa e produção artesanal do vinho de umbu. **Brazilian Archives of Biology and Technology**. v. 50, n. 5, p. 887-892 2007.

MILLER, G. L. Use of Dinitrosalicilic Acid Reagent for determination of Reducing Sugar. **Analytical Chemistry**. v. 31, p. 426-428, 1959.

MUNIZ, C. R.; BORGES, M. F.; ABREU, F. A. P.; TIEKO, R. Bebidas fermentadas a partir de frutos tropicais. **Boletim do Centro de Pesquisa de Processamento de Alimentos**, v. 20, n. 2, jul./dez. 2002.

NETO, A. B. T.; SILVA, M. E.; SILVA, W. B.; SWARNAKAR, R.; SILVA F. L. H. Cinética e caracterização físico-química do fermentado do pseudofruto do caju (*Anacardium occidentale* L.). **Química Nova**. v. 29, p. 489-492, 2006.

PAZ, M. F.; SCARTAZZINI, L. S.; OGLIARI, T. C.; BURLIN, C. **Produção e Caracterização do Fermentado Alcoólico de *Actinidia deliciosa* Variedade Bruno Produzido em Santa Catarina.** In: Anais do XVI Simpósio Nacional de Bioprocessos, SINAFERM 2007. Curitiba, 2007.

PRUDÊNCIO, A. J. Vinhos de mesa. Ver. **Sociedade Brasileira de Ciência e Tecnologia de Alimentos.** Núcleo Regional de Santa catarina. n. 09, junho, 1969.

RIZZON, L. A.; MIELE, A. Avaliação da cv.cabernet sauvignon para elaboração de vinho tinto. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 22, n. 2, p. 192-198, 2002.

SANTOS, E. O. C.; OLIVEIRA, A. C. N. **Importância sócio-econômica do beneficiamento do umbu para os municípios de Canudos, Uauá e Curaça.** In: Anais do 3º Simpósio Brasileiro de Captação de Água de Chuva no Semi-Árido, ABCMAC, 2004. Campina Grande-PB, 2004.

SANTOS, S. C.; ALMEIDA, S. S.; TOLEDO, A. L.; SANTANA, J. C. C.; SOUZA, R. R. Elaboração e análise sensorial do fermentado de acerola (*Malpighia punicifolia* L.). **Brazilian Journal of Food Technology**, p. 47-50, 2005.

USHIKUBO, F. Y. **Efeito do tratamento enzimático, da velocidade tangencial e da pressão transmembrana na microfiltração da polpa diluída de umbu (*Spondias tuberosa* Arr. Cam.).** 2006, 117 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Alimentos) – Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2006.

**CAPÍTULO 3 – AVALIAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA E SENSORIAL DO  
FERMENTADO DE UMBU (*Spondias tuberosa* Arr. Cam.) OBTIDO POR  
MICROFILTRAÇÃO E PELO PROCESSO CONVENCIONAL**

**AVALIAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA E SENSORIAL DO FERMENTADO DE UMBU  
(*Spondias tuberosa* Arr. Cam.) OBTIDO POR MICROFILTRAÇÃO E PELO  
PROCESSO CONVENCIONAL**

**PHYSICOCHEMICAL AND SENSORY EVALUATION OF FERMENTED UMBU  
(*Spondias tuberosa* Arr. Cam.) BEVERAGE OBTAINED BY  
MICROFILTRATION AND CONVENTIONAL PROCESS**

Breno de Paula<sup>1\*</sup>, Lucas Assad Nakano<sup>2</sup>, Ormino Domingues Gamallo<sup>3</sup>, Daniela de Grandi Castro Freitas<sup>4</sup>, Luiz Fernando Menezes da Silva<sup>4</sup>, Virgínia Martins da Matta<sup>4</sup>, Celso Duarte Carvalho Filho<sup>5</sup>

**RESUMO**

Este trabalho teve como objetivo avaliar dois diferentes métodos para a clarificação de um fermentado de umbu, a filtração convencional e a microfiltração.. O fermentado foi produzido a partir do mosto formulado com a polpa de umbu diluída em água e chaptalizada com sacarose até um teor de sólidos solúveis de 20,5°Brix, tendo como agente da fermentação a levedura comercial *Saccharomyces cerevisiae*. A fermentação foi conduzida a 18°C durante 18 dias e, posteriormente, a bebida foi submetida a uma estabilização com auxílio de agentes de sedimentação, gelatina e bentonita, por 14 dias a 1°C. A filtração convencional foi realizada em um filtro prensa com placas de celulose com porosidade de 1 µm e área de filtração de 0,44 m<sup>2</sup>, enquanto que a microfiltração foi realizada em membranas cerâmicas com porosidade de 0,1 µm e área de filtração de 0,0165 m<sup>2</sup>. A bebida foi analisada quanto às suas características físico-químicas, sendo que todos os parâmetros estiveram em conformidade com a legislação vigente. Foi realizado um teste de aceitabilidade

---

<sup>1\*</sup>Centro de Tecnologia SENAI-RJ Alimentos e Bebidas. Rua Nilo Peçanha, 85, Centro – Vassouras-RJ – CEP: 27.700-000. E-mail: [brenoal@gmail.com](mailto:brenoal@gmail.com). Autor para correspondência.

<sup>2</sup> Discente do curso de Engenharia de Alimentos, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ), Seropédica, RJ, Brasil.

<sup>3</sup> Departamento de Engenharia Química, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ), Seropédica, RJ, Brasil.

<sup>4</sup> Embrapa Agroindústria de Alimentos, Rio de Janeiro, RJ, Brasil.

<sup>5</sup> Faculdade de Farmácia, Universidade Federal da Bahia (UFBA), Salvador, BA, Brasil.

comparando os fermentados de umbu obtidos pelos dois processos de filtração, onde ambos os produtos foram bem aceitos, com destaque para o microfiltrado, que recebeu as melhores notas no atributo aparência. Os resultados permitem concluir que a microfiltração é uma alternativa eficiente, em termos tecnológicos, para a clarificação do fermentado de umbu.

**Palavras-chave:** fermentação alcoólica; clarificação; bebidas fermentadas; membranas.

## **ABSTRACT**

This study aimed to evaluate two different methods for the clarification of a fermented umbu beverage, conventional filtration and microfiltration.. The fermentation was performed with umbu pulp diluted in water and sugared with sucrose until 20.5°Brix using the commercial yeast *Saccharomyces cerevisiae*. Fermentation step was conducted at 18°C for 18 days and then the beverage was submitted to stabilization using sedimentation aids, gelatin and bentonite, for 14 days at 1°C. The conventional filtration was performed in a filter press with 1 µm porosity cellulose plates and filtration area of 0.44 m<sup>2</sup>, while the microfiltration was performed in 0.1 µm ceramic membranes with filtration area of 0.0165 m<sup>2</sup>. The products were analyzed for their physicochemical characteristics and all parameters were in accordance with current legislation. An acceptability test has been conducted comparing the fermented umbu beverages obtained by the two clarification processes, being both well accepted highlighting the microfiltered who received the highest scores in the appearance attribute. The data allows to conclude that microfiltration is an efficient technology alternative to the clarification of fermented umbu beverage.

**Keywords:** alcoholic fermentation; clarification; fermented beverages; membranes.

## 1. INTRODUÇÃO

A região Nordeste do Brasil apresenta uma grande diversidade de frutas tropicais com potencial de utilização e que ainda são pouco utilizadas, como, por exemplo, o umbu, fruto do umbuzeiro (*Spondias tuberosa* L.).

O umbuzeiro pertence à família das Anacardiáceas. É originário dos chapadões semiáridos do Nordeste brasileiro. Suporta bem altas temperaturas, exige pouca água e produz frutos de grande aceitação. Na seca, o pé de umbu é como uma caixa d'água, pois possui na raiz batatas conhecidos como xilopódios, que são como caçambas, chegando a acumular até 1,5 mil litros de água. Assim, o umbuzeiro nunca deixa de florescer na primavera e, no verão, época de produção, a cultura do umbu constitui-se em uma fonte de emprego e renda para a população da caatinga, chegando a ser conhecida como “ouro verde”, ou ainda “árvore sagrada do sertão”.

O umbu é um fruto de forma arredondada, pesando entre 10 e 20 g, de casca amarelo-esverdeada e polpa branco-esverdeada, succulenta e de sabor agri-doce (LIMA et al., 2000), que tem o apelo de “exótico” em mercados de outras regiões do Brasil, como Sudeste e Sul, e no mercado externo, o que vem estimulando o aumento de sua produção.

De acordo com Santos & Oliveira (2004), o umbu tem grande importância alimentar, por ser responsável por grande parte da renda das famílias dos agricultores da região semi-árida do Nordeste no período de safra. É uma fruta sazonal (dezembro a março) e de elevada perecibilidade, e o extrativismo ainda é o seu principal método de obtenção. De acordo com dados do IBGE (2008), a produção de umbu em 2007 foi de 8.619 toneladas, sendo a principal região produtora o sertão do estado da Bahia, seguido de Pernambuco, Rio Grande do Norte, Piauí e Paraíba.

O umbu é comercializado, principalmente, como polpa congelada ou na sua forma *in natura*, o que acarreta perdas em função da sua perecibilidade, além de baixa remuneração ao agricultor, já que a saca de 45 kg tem sido comercializada por cerca de R\$ 17,00 (FRAGA, 2011).

Desta forma, a agregação de valor ao umbu, por meio do desenvolvimento de novos produtos, torna-se essencial a fim de contribuir para um maior consumo da fruta e permitir a melhoria da qualidade de vida das regiões

produtoras. Entre os potenciais produtos que têm sido estudados à base de umbu, podem-se citar os doces e geléias, além dos fermentados (FOLEGATTI et al., 2003; MARTINS et al., 2007; MÉLO et al., 2007).

Fermentado de frutas é a bebida com graduação alcoólica de quatro a quatorze por cento em volume, a vinte graus Celsius, obtida da fermentação alcoólica do mosto de fruta sã, fresca e madura, conforme determina o Decreto nº 6.871, de 04 de junho de 2009 do Ministério da Agricultura, Pecuária e do Abastecimento (MAPA), que regulamenta a Lei nº 8.918, de 14 de julho de 1994 (BRASIL, 2009). De acordo com a Lei nº 7.678, vinho é a denominação reservada para o fermentado produzido através da fermentação da uva, sendo proibida sua utilização para produtos obtidos de outras matérias-primas (BRASIL, 1988).

Corazza et al. (2000) estudaram a produção de fermentado de laranja a partir do suco integral chaptalizado até 26°Brix, com a temperatura de fermentação variando de 27 a 32°C. O fermentado produzido apresentou teor alcoólico de 10,6°GL e teor de sólidos solúveis de 7,0°Brix, valores próximos aos do vinho tinto (10,3°GL e 6,5°Brix) utilizado como parâmetro. A produção caseira do fermentado de laranja pôde ser considerada vantajosa por ter apresentado relativa facilidade de fermentação por leveduras selecionadas e, igualmente, pelo baixo custo da fruta.

Filho et al. (2002) produziram fermentado de caju (*Anacardium occidentale* L.) de acordo com os padrões do MAPA, por meio da fermentação do suco integral chaptalizado até 32°Brix, apresentando teor alcoólico de 8,0°GL, acidez total de 118 meq/L, acidez volátil de 2,5 meq/L e acidez fixa de 115,5 meq/L. De acordo com as análises sensoriais realizadas o fermentado de caju apresentou cor adequada, limpidez velada, odor agradável e sabor meio doce.

Um fermentado de acerola (*Malpighia puniceifolia* L.) tendo como matéria-prima o suco integral chaptalizado até 24°Brix e desacidificado com CaCO<sub>3</sub> a pH 4,5 foi produzido, utilizando-se uma cepa de *Saccharomyces cerevisiae* comercial. A fermentação foi conduzida durante 12 dias a uma temperatura entre 27 e 31°C. O fermentado apresentou um grau alcoólico de 11°GL, sendo o teor de açúcares redutores de 11,48 g/L, dentro da faixa de vinhos semi-secos. O fermentado de acerola foi submetido à análise sensorial, não tendo apresentado diferença significativa quando comparado com um vinho comercial de uva (SANTOS et al., 2005).

No estudo realizado por Mélo et al. (2007), foram identificadas 17 espécies de leveduras presentes na polpa do umbu, de um total de 54 isoladas, sendo que destas, nove foram utilizadas na fabricação de fermentado de umbu. As espécies *Candida spadovensis*, *Candida valida*, *Candida tenuis-like* e *Candida florica-like* foram as que produziram maior quantidade de álcool etílico na fermentação (10°GL) e, destas, a *Candida florica-like* obteve maior aceitação na análise sensorial. Quando produziram fermentados de umbu, utilizando duas espécies de leveduras isoladas da polpa do umbu, *Kluyveroyces marxianus* e *Kloeckera japonica*, e uma *Saccharomyces cerevisiae* comercial, Mélo et al. (2005) observaram que esta última produziu o fermentado com menor tempo e com menor concentração de açúcar residual.

Os processos com membranas vêm sendo testados com sucesso, como uma alternativa à clarificação convencional, que, em geral, necessita de duas etapas de filtração, além de necessitar de grandes quantidades de auxiliares de filtração, o que aumenta o custo do processo. As substâncias responsáveis pela turbidez do suco são retidas pela membrana e o produto permeado é o clarificado. Uma alternativa é o processo híbrido, onde uma pequena quantidade de enzima é adicionada, e, após a hidrólise, a bebida é clarificada por filtração com membranas. Este processo apresenta como vantagens a utilização de pequenas quantidades de enzima e o aumento no fluxo permeado através da membrana, já que a viscosidade da bebida hidrolisada é menor (CABRAL et al. 1998; MATTA et al. 2000).

Normalmente os processos com membrana têm sido estudados em módulos de escala laboratorial com sucos de frutas, cerveja, vinhos, fermentados de frutas, entre outros. As principais características dos fluidos que influenciam o processo de microfiltração são os teores de sólidos e a viscosidade aparente (CURCIO et al., 2001). A polarização de concentração é um fenômeno típico em filtrações por membranas e nada mais é que o gradiente de concentração de substâncias que se sobrepõem à superfície da membrana, originando uma camada filtrante adicional à membrana (LAPOLLI,1998).

As vantagens da microfiltração sobre os processos tradicionais incluem a produção de bebidas mais límpidas e claras, retenção de enzimas pela membrana em função do tamanho de poro da mesma, redução do tempo de clarificação, aumento na produtividade de clarificado, possibilidade de operar à

temperatura ambiente, preservando assim os compostos voláteis responsáveis pelo sabor e aroma da bebida, além de manter o seu valor nutritivo (CASSANO et al., 2003; SÁ et al., 2003). O tratamento térmico aplicado na bebida pode ser minimizado, sendo que a mesma pode ser esterilizada a frio, caso sejam utilizados processamento e envase assépticos (GIRARD & FUKUMOTO, 2000).

A clarificação de polpa de umbu foi estudada, obtendo-se um permeado da alta qualidade, que pode ser utilizado na produção de diversos produtos como suco tropical e néctar, entre outros (BRUYAS, 2004).

Cassano et al. (2003) estudaram a ultrafiltração em comparação com a concentração térmica para o suco de laranja e observaram que o suco concentrado por tecnologia de membrana manteve sua cor e a maioria dos compostos aromáticos, ao contrário do suco submetido à concentração térmica.

Sá et al. (2003) avaliaram a concentração de suco de abacaxi usando osmose inversa precedido por microfiltração. O suco “in natura” foi hidrolisado usando uma combinação de enzimas pectinolíticas e celulolíticas antes da filtração por membranas. O suco hidrolisado foi clarificado por microfiltração em uma membrana de polietersulfona com porosidade de 0,3 µm e o clarificado foi concentrado por osmose inversa em três pressões transmembrana diferentes, 20, 40 e 60 bar. Observou-se que quanto maior a pressão transmembrana, maior o aumento no teor de sólidos solúveis (de 8,3°Brix para 16,0, 26,2 e 30,8°Brix, respectivamente) e na acidez (de 8,4 g de ácido cítrico/100g para 14,9, 30,1 e 34,7 g de ácido cítrico/100g, respectivamente) na etapa de concentração.

Em um estudo sobre a clarificação de um fermentado elaborado a partir de frutos de cajá (*Spondias mombin* L.) foi feita a comparação da utilização de bentonita como agente de sedimentação com a microfiltração. A fermentação foi conduzida a 27°C, obtendo-se um fermentado de 11°GL. Para o teste de sedimentação foram utilizados cinco tubos de ensaio com concentrações de solução de bentonita a 1% variando de 0,1 a 2,0 mL. A microfiltração foi realizada em uma membrana de fibra oca de polissulfona, com porosidade de 0,1 µm e área de filtração de 0,03 m<sup>2</sup>, variando a pressão transmembrana entre 0,4 e 0,6 bar. Em ambos os processos o fermentado obtido estava de acordo com os padrões exigidos pela legislação brasileira. A clarificação utilizando bentonita reduziu 65% da cor original do fermentado, que ficou turvo, enquanto que a microfiltração reduziu 95% da cor e conferiu aparência límpida. A microfiltração a

0,6 bar foi considerada mais eficaz por apresentar um maior fluxo de permeado, por manter as características do fermentado de cajá e por possibilitar a implantação de um processo contínuo de clarificação (SEVERO JÚNIOR, 2007).

O objetivo do presente trabalho foi avaliar comparativamente dois métodos para clarificar um fermentado de umbu, a filtração convencional em filtro prensa e a microfiltração, tendo como parâmetros de avaliação a qualidade físico-química e sensorial do produto final.

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

Como matéria-prima foi utilizada polpa de umbu comercial pasteurizada.

Para a produção do fermentado de umbu, a polpa foi diluída em água (35:65), e chaptalizada até 20,5°Brix. O mosto foi sulfitado e o pH corrigido para 3,7, sendo submetido à hidrólise enzimática com Endozym<sup>®</sup> Active (20 ppm) e Endozym<sup>®</sup> Éclair (20 ppm) a 25 °C por 40 min. Utilizou-se uma levedura comercial multi-estirpes de *Sacharomyces cerevisiae* e a fermentação foi conduzida a 18 °C por 18 dias. Ao final da fermentação foi realizada uma trasfega, uma nova sulfitação e a estabilização com Gelsol<sup>®</sup> (5 g) e o Bentogran<sup>®</sup> (35 g), a 1 °C por 14 dias.

As filtrações foram realizadas com o fermentado de umbu após a estabilização. Para a filtração convencional foi utilizado um filtro prensa com placas de celulose com poros de 1 µm e área de filtração de 0,44 m<sup>2</sup>. A microfiltração foi realizada em um módulo com membranas cerâmicas com poros de 0,1 µm e 0,0165 m<sup>2</sup> de área filtrante. Tanto a microfiltração quanto a filtração convencional foram realizadas a 16 °C.

Os dois fermentados de umbu obtidos, filtrado convencionalmente e microfiltrado, foram analisados quanto às suas características físico-químicas de acordo com a Instrução Normativa Nº 24, de 8 de Setembro de 2005 que regulamenta o Manual Operacional de Bebidas e Vinagre (BRASIL, 2005). Foram analisados o grau alcoólico real (picnômetro), o pH (potenciômetro), densidade relativa (picnômetro) a acidez total titulável, a acidez volátil (titulação), a acidez

---

Os insumos enológicos utilizados nos experimentos deste trabalho foram fornecidos pela empresa AEB Bioquímica Latino Americana.

fixa por cálculo, o extrato seco total e reduzido por cálculo, as cinzas (gravimetria), a alcalinidade da cinzas (titulação) e os açúcares totais e redutores pelo método DNS (MILLER, 1959).

A determinação do perfil de alcoóis (álcool metílico, álcool etílico, propanol, álcool isobutílico, butanol e álcool isoamílico) e do éster acetato de etila foi realizada em um cromatógrafo a gás Varian, modelo Chrompack CP 9002, com detector de ionização de chama (FID). A coluna cromatográfica utilizada foi a HP-Innowax. A análise foi realizada com a temperatura inicial de 40°C, com velocidade de elevação de 7°C/min, até atingir 120°C. O tempo total da corrida foi 15 min.

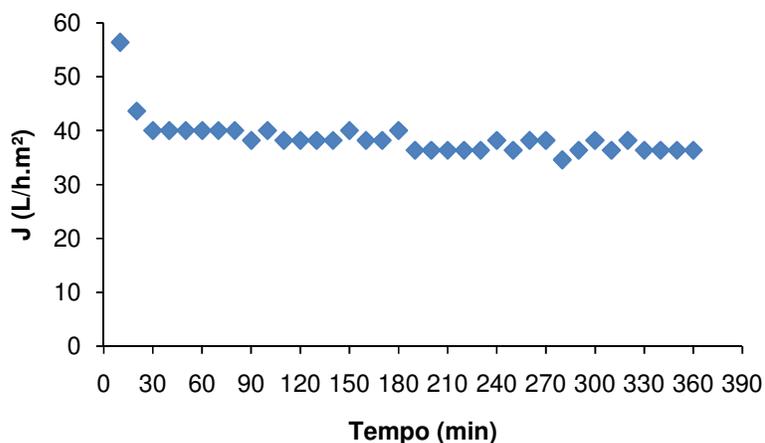
As análises de fenólicos totais (SINGLETON & ROSSI, 1965) e atividade antioxidante (RE et al., 1999) foram realizadas por espectrofotometria em amostras de todas as etapas dos dois métodos: na polpa, no fermentado após a estabilização, no filtrado convencionalmente, no permeado e ainda na fração retida da microfiltração.

Ambos os produtos finais, fermentado filtrado e microfiltrado, foram submetidos a um teste sensorial de aceitação. As amostras foram servidas em condições padronizadas quanto à temperatura (8°C), cor da luz na cabine de prova (cor branca) e volume de amostra.

O teste sensorial foi realizado com consumidores não treinados, no Laboratório de Análise Sensorial da Embrapa Agroindústria de Alimentos. As amostras foram avaliadas em relação aos atributos aparência, sabor e impressão global por meio de uma escala hedônica híbrida semi-estruturada para cada atributo, conforme representado na Figura 1 (VILLANUEVA et al., 2005). A escala do teste de aceitação, para análise dos dados, foi dividida em três faixas, a de rejeição, com notas de 0,0 a 3,9, a faixa entre a rejeição e a aceitação, com notas de 4,0 a 5,9 e a de aceitação, com notas de 6,0 a 10,0. A análise dos dados, considerando 71 consumidores potenciais do fermentado, foi realizada por análise de variância (ANOVA) e teste de médias de Fisher a 5% de significância.



técnico para a fixação dos padrões de identidade e qualidade para os fermentados de frutas (Tabela 1).



**Figura 2.** Comportamento do fluxo de permeado do processo de microfiltração de fermentado de umbu.

Analisando-se, por meio do teste de Tukey, os valores médios dos parâmetros determinados, observou-se que não há diferença significativa a um nível de 5% de confiança, para os valores de grau alcoólico, densidade relativa, acidez total, cinzas, glicídios totais e glicídios redutores. As análises de acidez fixa, extrato seco reduzido e extrato seco total não puderam ser comparadas pelo teste de Tukey, pois foram calculadas a partir dos valores médios das outras análises, sem repetições.

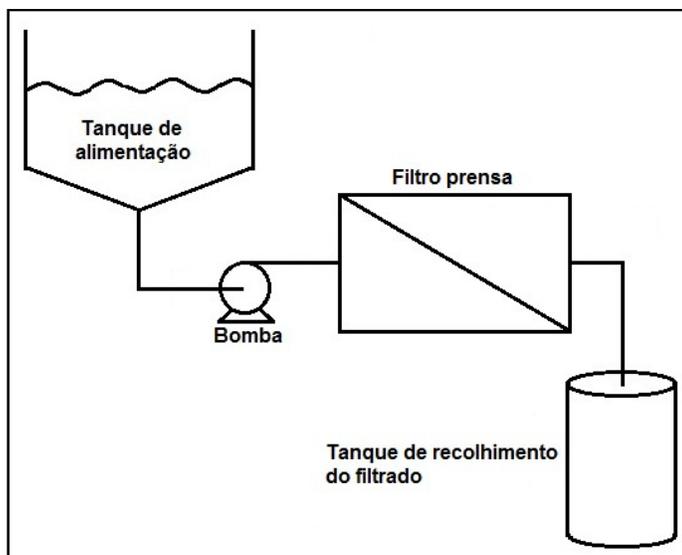
Foram encontradas diferenças significativas entre os processos apenas para a acidez volátil, sendo que a amostra processada no filtro prensa apresentou resultado de 7,27 meq/L, enquanto que a amostra microfiltrada apresentou um valor de 1,82 meq/L. Esta diferença pode ser explicada pela diferença entre os processos. Na filtração em filtro prensa a alimentação é bombeada passando pelo filtro uma única vez e o filtrado é coletado em seguida (Figura 3) enquanto que na microfiltração, a alimentação é bombeada tangencialmente ao filtro, o permeado permeia a membrana e é coletado e o retido retorna para o tanque de alimentação sendo recirculado (Figura 4). Com isto, as moléculas de maior tamanho, que ficam na fração retida, podem estar ligadas aos ácidos voláteis

impossibilitando a passagem dos mesmos pela membrana, explicando a diminuição da acidez volátil no fermentado de umbu microfiltrado.

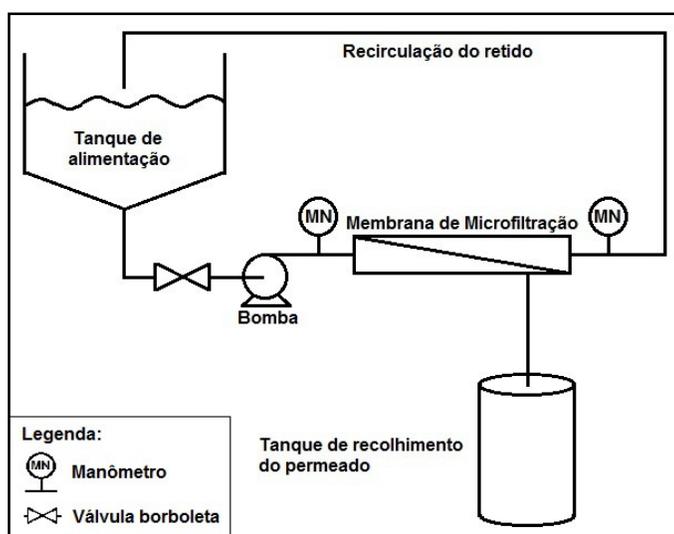
**Tabela 1.** Características físico-químicas dos fermentados de umbu filtrado e microfiltrado e os limites estabelecidos na legislação.

Parâmetros	Filtrado convencional	Microfiltrado	Portaria N° 64 (BRASIL, 2008)
Grau alcoólico (%v/v a 20°C)	11,2 <sup>a</sup> ± 0,00	11,4 <sup>a</sup> ± 0,00	≥ 4,0 e ≤ 14,0
Densidade relativa (g/mL a 20°C)	1,0026 <sup>a</sup> ± 0,00	1,0028 <sup>a</sup> ± 0,00	-
Acidez total (meq/L)	50,07 <sup>a</sup> ± 0,57	50,72 <sup>a</sup> ± 0,57	≥ 50,0 e ≤ 130,0
Acidez fixa (meq/L)	42,8	48,9	≥ 30,00
Acidez volátil (meq/L)	7,27 <sup>a</sup> ± 1,08	1,82 <sup>b</sup> ± 0,60	≤ 20,00
Extrato seco reduzido (g/L)	23,50	21,50	≥ 7,00
Extrato seco total (g/L)	44,90	46,20	-
Cinzas (%)	2,36 <sup>a</sup> ± 0,07	2,28 <sup>a</sup> ± 0,06	-
Glicídios totais (g/L)	22,36 <sup>a</sup> ± 0,92	25,70 <sup>a</sup> ± 1,34	-
Glicídios redutores (g/L)	22,00 <sup>a</sup> ± 1,12	23,23 <sup>a</sup> ± 0,84	-
Acetato de etila (g/L)	-	-	-
Álcool metílico (g/L)	0,09	0,09	≤ 0,35*
Álcool etílico (g/L)	110,01	112,33	-
Propanol (g/L)	-	-	-
Álcool isobutílico (g/L)	-	-	-
Butanol (g/L)	-	-	-
Álcool isoamílico (g/L)	0,25	0,25	-

Obs.: Médias com letras iguais na mesma linha não diferem significativamente (≤0,05) entre si, segundo teste de Tukey. (\*) Brasil, 1988.



**Figura 3.** Desenho esquemático do processo de filtração em filtro prensa.



**Figura 4.** Desenho esquemático do processo de microfiltração.

O teor de álcool metílico encontrado nas amostras foi igual (0,09 g/L), estando portanto, dentro do limite estabelecido para vinhos através da Portaria N° 229 (BRASIL, 1988), que foi utilizada como parâmetro uma vez que não existe uma legislação específica que determine o teor máximo de álcool metílico em fermentados de frutas.

Dos alcoóis superiores avaliados, o álcool isoamílico foi o único presente nas amostras, mas que não diferenciou nos fermentados avaliados, estando bem abaixo dos valores encontrados por Neto et al. (2006), no

fermentado de caju (1,55 g/L), e por Dias et al. (2003), no fermentado de cajá (0,68 g/L). O éster acetato de etilia também não foi identificado nas amostras analisadas.

Na Tabela 2 estão apresentados os resultados das análises de fenólicos totais e atividade antioxidante durante os processos de clarificação dos fermentados. Segundo Zardo et al. (2009), os compostos fenólicos apresentam considerável interesse tecnológico no processamento de sucos, fermentados e sidra, graças à sua influência nas características sensoriais do produto final (cor, estrutura, sabores amargos e adstringentes, aromas e limpidez). Paz et al. (2007) relataram que os compostos fenólicos proporcionam cor, têm sabor adstringente, possivelmente são a causa dos odores picantes e têm correlação positiva com o colesterol HDL presente no plasma sangüíneo inibindo a oxidação do colesterol LDL, pela sua ação antioxidante.

De acordo com Lopez-Toledano et al. (2004), a condensação de alguns compostos fenólicos com o acetaldeído produzido pela *Saccharomyces cerevisiae*, durante a produção de fermentados de frutas pode alterar a cor, adstringência e atividade antioxidante do produto. Ambos os processos promovem redução nos valores da atividade antioxidante e de fenólicos totais, porém não há uma diferença significativa ( $p \leq 0,05$ ) entre os processos com relação a este parâmetro, quando analisados pelo teste de Tukey.

**Tabela 2.** Atividade antioxidante e teor de fenólicos totais do fermentado de umbu antes e após os processos de clarificação convencional e por membrana.

Amostra	Fenólicos totais (mg/L)	Atividade antioxidante ( $\mu$ mol de Trolox/g)
Fermentado de umbu	299,52 <sup>a</sup> $\pm$ 5,90	1,57 <sup>a</sup> $\pm$ 0,03
Fermentado filtrado	238,26 <sup>b</sup> $\pm$ 5,59	1,43 <sup>b</sup> $\pm$ 0,01
Fermentado microfiltrado	234,14 <sup>b</sup> $\pm$ 6,29	1,36 <sup>b</sup> $\pm$ 0,03
Fração retida na membrana	320,44 <sup>c</sup> $\pm$ 4,57	1,83 <sup>c</sup> $\pm$ 0,05

Obs.: Médias com letras iguais na mesma coluna não diferem significativamente ( $\leq 0,05$ ) entre si, segundo teste de Tukey.

Os valores encontrados para fenólicos totais para o fermentado de umbu filtrado convencionalmente (238,26 mg/L) e para o microfiltrado (234,14 mg/L) são inferiores aos do fermentado de kiwi (498,29 mg/L) produzido por Paz et al. (2007), porém estão próximos ao encontrado por Frankel et al. (1995) para vinho branco (239 mg/L).

O resultado do teste de aceitação (Tabela 3) comprovou que a maioria das notas, conferidas para os dois produtos nos três atributos avaliados, foram distribuídas na faixa de aceitação, enquanto que a menor parte das notas ficou na faixa de rejeição do produto.

**Tabela 3.** Resultados da análise sensorial expressos em percentual de aceitação, de rejeição e da faixa entre aceitação e rejeição dos fermentados de umbu filtrado e microfiltrado.

Métodos de clarificação	Faixa de aceitação (%)			Faixa entre aceitação e rejeição (%)			Faixa de rejeição (%)		
	Aparência	Sabor	Impressão global	Aparência	Sabor	Impressão global	Aparência	Sabor	Impressão global
Microfiltrado	83,10	57,75	67,61	12,68	25,35	22,54	4,23	16,90	9,86
Filtrado	53,52	57,75	60,56	33,80	26,76	28,17	12,68	15,49	11,27

O teste de aceitação global não apresentou diferença significativa ( $p \leq 0,05$ ) entre as amostras para os atributos sabor e impressão global, segundo teste de Fisher (Tabela 4). O único atributo que apresentou diferença significativa foi a aparência, com o fermentado microfiltrado recebendo as maiores notas.

**Tabela 4.** Médias das notas obtidas em cada atributo da análise sensorial dos fermentados de umbu filtrado e microfiltrado.

Atributos	Microfiltrado	Filtrado
Aparência	7,72 <sup>a</sup>	5,68 <sup>b</sup>
Sabor	5,51 <sup>a</sup>	5,70 <sup>a</sup>
Impressão global	6,04 <sup>a</sup>	5,78 <sup>a</sup>

Obs.: Médias com letras iguais na mesma linha não diferem significativamente ( $\leq 0,05$ ) entre si, segundo teste de Fisher.

#### 4. CONCLUSÕES

As características físico-químicas dos fermentados de umbu filtrado convencionalmente e microfiltrado, estavam dentro dos padrões estabelecidos pela legislação brasileira. O processo de microfiltração propiciou pequenas diferenças no fermentado de umbu quando comparado com o produto obtido pela filtração convencional. Ambos apresentaram boa aceitação sensorial com destaque para o fermentado microfiltrado, que, por ter eliminado os compostos que dão turbidez à bebida, obteve as melhores notas no atributo aparência, o que sugere que a microfiltração é uma alternativa eficiente, em termos tecnológicos, para a clarificação do fermentado de umbu.

#### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BRASIL. Decreto n. 6.871 de 4 de junho de 2009 regulamenta a lei n. 8918 de 14 de Julho de 1994, que dispõe sobre a padronização, a classificação, o registro, a inspeção, a padronização e a fiscalização de bebidas. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Brasília, p. 20, 5 de jun. 2009.

BRASIL. **Instrução Normativa n. 24 de 8 de Setembro de 2005**, que Aprova o Manual Operacional de Bebidas e Vinagres. Brasília: Ministério da Agricultura e de Abastecimento.

BRASIL. **Lei n. 7.678 de 08 de Outubro de 1988**, Dispõe sobre a produção, circulação e comercialização do vinho e derivados da uva e do vinho, e dá outras providências. Brasília: Ministério da Agricultura e de Abastecimento.

BRASIL. **Portaria n. 229, de 25 de Outubro de 1988**, que Aprova as Normas Referentes à Complementação dos Padrões de Identidade e Qualidade do Vinho.

BRASIL. **Portaria n. 64 de 23 de Abril de 2008**, que Aprova os Regulamentos Técnicos para a Fixação dos Padrões de Identidade e Qualidade para as Bebidas Alcoólicas Fermentadas: Fermentado de Fruta, Sidra, Hidromel, Fermentado de Cana, Fermentado de Fruta Licoroso, Fermentado de Fruta Composto e Saquê. Brasília: Ministério da Agricultura e de Abastecimento.

BRUYAS, O. **Étude de la clarification de pulpe d'umbu (Spondias tuberosa) par microfiltration tangentielle couplé a une hydrolyse enzymatique**. 2004. Dissertação (Mestrado)-École Nationale Supérieure des Industries Agricoles et Alimentaires, Département Industries Agroalimentaires Régions Chaudes, Montpellier, 2004.

CABRAL, L. M. C. Aplicação da Tecnologia de Membranas na Indústria de Alimentos. **Engenharia de Alimentos**, n. 17, p. 27-30, 1998.

CARNEIRO, L. C.; SÁ, I. S.; GOMES, F. S.; MATTA, V. M.; CABRAL, L. M. C. Cold sterilization and clarification of pineapple juice by tangential microfiltration. **Desalination**, v. 148, p. 93-98, 2002.

CASSANO, A.; DRIOLI, E.; GALALAVERNA, G.; MARCHELLI, R.; DI SILVESTRO, R.; CAGNASSO, P. Clarification and concentration of citrus and carrot juices by integrated membrane processes. **Journal of Food Engineering**, v. 57, p. 153-163, 2003.

CHERYAN, M. **Ultrafiltration and Microfiltration Handbook**. 2. ed. Lancaster: Technomic Pub., 1998. 527p.

CORAZZA, M. L.; RODRIGUES, E.G; NOZAKI, J. Preparação e Caracterização do vinho de laranja. **Química Nova**, v. 24, n. 4, p. 449-452, 2001.

CURCIO, S.; CALABRO, V.; IURIO, G.; CINDIO, B. Fruit juice concentration by membranes: effect of rheological properties on concentration polarization phenomena. **Journal of Food Engineering**, v. 48, p.235-241, 2001.

DIAS, D. R.; SCHWAN, R. F.; LIMA, L. C. O. Metodologia para elaboração de fermentado de cajá (*Spondias mombin* L.). **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 23, n. 3, p. 342-350, 2003.

FILHO, V. E. M.; NASCIMENTO, A. R.; FILHO, J. E. M.; SANTOS, A. A.; MARINHO, S. C.; MENDES, J. C. LOPES, N. A.; MARTINS, A. G. L. A.; JÚNIOR, A. V. G. Produção, processamento, análises físico-químicas e avaliação organoléptica do vinho obtido de caju (*Anacardium occidentale* L.). **Higiene Alimentar**. São Paulo, v. 16, p. 36-48, 2002.

FOLEGATTI, M. I. S.; MATSUURA, F. C. A. U.; CARDOSO, R. L.; MACHADO, S. S.; ROCHA, A. S.; LIMA, R. R. Aproveitamento industrial do umbu: processamento de geléia e compota. **Ciência Agrotécnica**, v. 27, n. 6, p. 1.308-1.314, 2003.

FRAGA, A. Vinho de umbu é alternativa para os produtores do semiárido baiano. **Jornal A Tarde**, Bahia, 28 fev. 2011. Caderno de Economia, Seção de Agronegócios, p. B8.

FRANKEL, E. N.; WATERHOUSE, A. L.; TEISSEDRE, P. L. Principal phenolic phytochemical in selected California Wines and their antioxidant activity in inhibiting oxidation of human low-density lipoproteins. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 43, p. 890-894, 1995.

GIRARD, B.; FUKUMOTO, L. R. Membrane process of fruit juices and beverages: a review. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, v. 40, n. 2, p. 91 - 157, 2000.

IBGE, Diretoria de Pesquisas, Coordenação de Agropecuária, **Produção da Extração Vegetal e da Silvicultura 2006-2007**. 2008.

LAPOLLI, F. R. **Biofiltração e Microfiltração Tangencial para Tratamento de Esgotos**. 1998, 186 p. Tese (Doutorado). Escola de Engenharia de São Carlos - Universidade de São Paulo - São Carlos, 1998.

LIMA, L. F. N.do.; ARAÚJO, J. E. V.; ESPÍNDOLA, A. C. M.de. **Umbu (*Spondias tuberosa* Arr. Câm.)**. Funep, 2000. 29 p.

LOPEZ-TOLEDANO, A.; VILLANO-VALENCIA, D.; MAYEN, M.; MERIDA, J.; MEDINA, M. Interaction of yeast with the product resulting from of condensation reaction between (+)-catechins and acetaldehyde. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 52, n. 4, p. 2376-2381, 2004.

MARTINS, M. L. A.; BORGES, S. V.; DELIZA, R.; CASTRO, F. T.; CAVALCANTE, N. B. Características de doce em massa de umbu verde e maduro e aceitação pelos consumidores. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 42, n. 9, p. 1.329-1.333, 2007.

MATTA, V. M.; CABRAL, L. M. C.; SILVA, F. C.; MORETTI, R. H. Rheological behavior of West Indian cherry pulp with and without enzymatic treatment. **Brazilian Journal of Food Technology**, v. 35, p. 59-64, 2000.

MÉLO, D. L. F. M. **Potencial biotecnológico do umbu: perspectivas para o semi – árido**. 2005, 82 p. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente), Universidade Federal de Sergipe. São Cristóvão, 2005.

MÉLO, D. L. F. M., TRINDADE, R. C., CARNELOSSI, M. A. G., MANN, R. S. Identificação de leveduras isoladas da polpa e produção artesanal do vinho de umbu. **Brazilian Archives of Biology and Technology**. v. 50, n. 5, p. 887-892 2007.

MENDES, B. V. **Umbuzeiro (*Spondias tuberosa* Arr. Cam.): importante fruteira do semi-árido**. Mossoró: ESAM, 1990. 63 p. (ESAM. Coleção Mossorense, série C, v. 564).

MILLER, G. L. Use of Dinitrosalicilic Acid Reagent for determination of Reducing Sugar. **Analytical Chemistry**. v. 31, p. 426-428, 1959.

NETO, A. B. T.; SILVA, M. E.; SILVA, W. B.; SWARNAKAR, R.; SILVA F. L. H. Cinética e caracterização físico-química do fermentado do pseudofruto do caju (*Anacardium occidentale* L.). **Química Nova**. São Paulo, v. 29, p. 489-492, 2006.

PRUDÊNCIO, A. J. Vinhos de mesa. Ver. **Sociedade Brasileira de Ciência e Tecnologia de Alimentos**. Núcleo Regional de Santa catarina. n. 09, junho, 1969.

RE, R.; PELLEGRINI, N.; PROTEGGENTE, A.; PANNALA, A.; YANG, M.; RICE-EVANS, C. Antioxidant activity applying an improved ABTS radical cation decolorization assay. **Free Radical Biology and Medicine**, v. 26, p. 1231–1237, 1999.

SÁ, I. S.; MATTA, V. M.; CABRAL, L. M. C. Concentração de suco de abacaxi através dos processos com membranas. **Brazilian Journal of Food Technology**, v. 6, p. 53-62, 2003.

SANTOS, E. O. C.; OLIVEIRA, A. C. N. **Importância sócio-econômica do beneficiamento do umbu para os municípios de Canudos, Uauá e Curaça**. In: Anais do 3º Simpósio Brasileiro de Captação de Água de Chuva no Semi-Árido, ABCMAC, 2004. Campina Grande-PB, 2004.

SANTOS, S. C.; ALMEIDA, S. S.; TOLEDO, A. L.; SANTANA, J. C. C.; SOUZA, R. R. Elaboração e análise sensorial do fermentado de acerola (*Malpighia puniceifolia* L.). **Brazilian Journal of Food Technology**, p. 47-50, 2005.

SEVERO JÚNIOR, J. B.; ALMEIDA, S. S.; NARAIN, N.; SOUZA, R. R.; SANTANA, J. C. C.; TAMBOURGI, E. B. Wine clarification from *Spondias mombin* L. pulp by hollow fiber membrane system. **Process Biochemistry**, v. 42, p. 1.516-1.520, 2007.

SINGLETON, V. L.; ROSSI, J. A. Jr. Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic-phosphotungstic acid reagents. **American Journal of Enology and Viticulture**, v.16, p. 144-158, 1965.

TAYLOR, M.; FARADAY, D. B. F.; O'SHAUGHNESSY, C. L.; UNDERWOOD, B. O.; REED, R. J. R. Quantitative determination of fouling layer composition in the microfiltration beer. **Separation and Purification Technology**, v. 22-23, p. 133-142.

VAILLANT, F.; MILLAN, P.; O'BRIEN, G.; DORNIER, M.; DECLoux, M.; REYNES, M. Cross flow microfiltration of passion fruit juice partial enzymatic liquefaction. **Journal of Food Engineering**, n.42, p.215-224, 1999.

VILLANUEVA, N. D. M.; PETENATE, A. J.; DA SILVA, M. A. A. P. Performance of the hybrid hedonic scale as compared to the traditional hedonic, self-adjusting and ranking scales. **Food Quality and Preference**, v. 16, p. 691-703, 2005.

ZARDO, D. M.; ALBERTI, A.; DANTAS, A. P. C.; GUYOT, S.; WOSIACKI, G.; NOGUEIRA, A. Efeito do processamento no teor de compostos fenólicos e na atividade antioxidante em fermentados de maçã. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 30, n. 2, p. 361-370, 2009.

## **CONCLUSÕES GERAIS**

A produção do fermentado de umbu mostra-se tecnologicamente viável, uma vez que todas as características físico-químicas atendem aos requisitos exigidos pela legislação vigente e o seu processo de elaboração é similar ao de um vinho.

A graduação alcoólica dos fermentados de umbu, de 11,2°GL para o filtrado convencionalmente e de 11,4°GL para o microfiltrado, e o teor de açúcares totais, do filtrado convencionalmente (22,36 g/L) e do microfiltrado (25,70 g/L) os classificam como suave.

Na avaliação sensorial dos fermentados de umbu, os produtos dos dois métodos de clarificação têm boa aceitação, sendo que a microfiltração é o processo que apresenta melhores resultados do produto no atributo aparência, quando comparado à filtração convencional. Portanto, a microfiltração é a alternativa mais eficiente em termos tecnológicos, para a clarificação do fermentado de umbu.

O potencial biotecnológico do umbu, para produção de fermentado apresenta-se como mais uma alternativa de agregação de valor na cadeia produtiva desta fruta.

## ANEXO A – FIGURAS



**Figura 1.** Fotos do biorreator durante o processo de fermentação do mosto de umbu.



**Figura 2.** Fotos dos barris de aço inoxidável utilizados como fermentadores no processo de fermentação do mosto de umbu.



**Figura 3.** Fotos do processo de filtração convencional com filtro prensa.



**Figura 4.** Fotos do processo de microfiltração em membrana cerâmica.



**Figura 5.** Foto comparativa entre o fermentado de umbu filtrado convencionalmente (à esquerda) e o microfiltrado (à direita).



**Figura 6.** Fotos das garrafas de fermentado de umbu.