

ANTÔNIO JOAQUIM DE OLIVEIRA

ENGENHEIRO AGRÔNOMO

Departamento de Tecnologia Rural

E. S. A. «Luiz de Queiroz»

U. S. P.

CONTRIBUIÇÃO AO ESTUDO DA
REMOÇÃO DO COBRE DA AGUARDENTE
DE CANA-DE-AÇÚCAR COM RESINAS
CATIÔNICAS

Tese apresentada à Escola Superior de
Agricultura «Luiz de Queiroz», Univer-
sidade de São Paulo, para obtenção
do título de «Doutor em Agronomia».

PIRACICABA

1970

Aos meus pais
À minha espôsa

DEDICO

Í N D I C E G E R A L

	MATÉRIA	PÁGINA
1.	INTRODUÇÃO	1
2.	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	2
3.	MATERIAL	6
3.1	Aguardente de Cana-de-Açúcar	6
3.2	Resinas Trocadoras de Íons	6
4.	MÉTODOS	7
4.1	Métodos Experimentais	7
4.2	Métodos Tecnológicos	8
4.2.1	Preparo da Aguardente	8
4.2.2	Preparo das Colunas de Resinas Trocadoras de Íons	8
4.2.3	Procedimento Tecnológico para o Tratamento da Aguardente com Colunas Trocadoras de Íons	9
4.3	Métodos Analíticos	10
4.4	Cálculos Tecnológicos	11
4.5	Métodos Estatísticos	11
4.5.1	Análise da Variância	11
4.5.2	Teste de Tukey	12
5.	RESULTADOS OBTIDOS	12
5.1	Experimento <u>Nº 1</u>	12
5.2	Experimento <u>Nº 2</u>	13
6.	DISCUSSÃO DOS RESULTADOS	14
6.1	Experimento <u>Nº 1</u>	14
6.1.1	Cobre	14
6.1.2	Componentes Secundários	15
6.1.2.1	Acidez Volátil	15
6.1.2.2	Aldeídos	16
6.1.2.3	Ésteres	16

MATÉRIA	PÁGINA	
6.1.2.4	Álcoóis Homólogos Superiores	17
6.1.2.5	Furfural	18
6.1.2.6	Coeficiente de Impurezas	18
6.2	Experimento <u>Nº 2</u>	19
6.2.1	Cobre	19
6.2.2	Componentes Secundários	19
6.2.2.1	Acidez Volátil	19
6.2.2.2	Aldeídos	20
6.2.2.3	Ésteres	20
6.2.2.4	Álcoóis Homólogos Superiores	20
6.2.2.5	Furfural	21
6.2.2.6	Coeficiente de Impurezas	21
7.	CONCLUSÕES	22
8.	RESUMO	23
9.	SUMMARY	25
10.	BIBLIOGRAFIA CITADA	26
11.	AGRADECIMENTOS	28

1. INTRODUÇÃO

Por razões de várias ordens, nestes últimos anos, alguns grupos econômicos relacionados com a indústria da aguardente de cana-de-açúcar têm mostrado interesse cada vez mais acentuado visando a exportação desta bebida tipicamente brasileira. Entretanto, uma série de problemas tem, praticamente, impedido a concretização desse desejo. Um, dentre os obstáculos de maior vulto a transpor, diz respeito à existência de sais de cobre, ainda que em mínimas proporções, na aguardente a exportar: é que a grande maioria dos países possíveis importadores, considera a presença do cobre como extremamente nociva à saúde pública.

Em realidade, deve-se salientar que, embora um organismo adulto necessite da ingestão diária de uma dose relativamente elevada de cobre para manter o seu balanço metabólico, um excesso desse metal traz sempre, para o organismo que o ingere, consequências gravíssimas, como por exemplo, lesões em vasos capilares, lesões no fígado e nos rins, etc., além da chamada "doença de Wilson", que é causada pelo acúmulo de cobre nos tecidos. Sabe-se, também, que o cobre em excesso nas aguardentes pode ser responsabilizado pelo aparecimento de depósitos floconosos, com grande depreciação do produto, especialmente quando essa bebida é envelhecida em tonéis de madeira.

Por outro lado é forçoso reconhecer que, praticamente, a totalidade das aguardentes nacionais é impurificada por sais de cobre que provêm da ação corrosiva da bebida junto às paredes metálicas dos aparelhos destilatórios e, especialmente, às dos tubos dos sistemas de condensação e de refrigeração dos vapores produzidos na destilação. Não se deve, também, esquecer que o cobre das peças das bombas com as quais o produto entra em contacto, vem se somar àquele extraído nas fases de destilação, condensação e refrigeração. Considerando-se, pois, apenas este aspecto do problema, fácil se torna verificar que, com raríssimas exceções, as aguardentes de cana-de-açúcar produzidas no Brasil são inadequadas à exportação.

O presente trabalho tem por precípua finalidade, aquela de procurar uma solução do problema com o emprêgo de resinas iônicas. Sabe-se que estas resinas têm encontrado largo campo de aplicação, tanto na determinação de eletrólitos em solução como na concentração de vestígios destes materiais, visando a sua posterior quantificação ou, ainda, para a eliminação de elementos que interferem em certas análises, isto sem falar-se de seu uso no tratamento de certos tipos de águas destiladas para o emprêgo em laboratórios de análises etc.. Também na indús

tria, o número de aplicações úteis das resinas iônicas cresce a cada dia que passa. Haja visto, o grande emprêgo que as mesmas têm encontrado na indústria farmacêutica, na separação de substâncias em alto estado de pureza, na indústria do açúcar, purificação dos xaropes visando a obter um açúcar mais puro, na produção de glicose, na indústria textil etc.. É, pois, baseado no seu grande emprêgo industrial que nesse trabalho se propõe estudar o problema da remoção do cobre da aguardente de cana-de-açúcar, com a utilização de diversas resinas trocadoras de íons, e a influência sôbre os seus principais componentes.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

O emprêgo de resinas trocadoras de íons visando a eliminação de metais de produtos destinados ao consumo humano, tem sido objeto de inúmeros estudos. Dêstes, o vinho é o que tem merecido as maiores atenções dos pesquisadores, como decorrência do seu largo consumo e, como consequência, das suas possíveis implicações sanitárias, relativas aos teores de cobre, ferro, potássio etc..

A literatura a respeito da eliminação de metais e de outros componentes das aguardentes de cana, por meio de tais resinas, é praticamente inexistente.

Segundo TREVOR (30), 1949, grandes sucessos têm sido conseguidos na remoção de metais, como o ferro, o cobre, o níquel etc., considerados como contaminantes (impurezas) em certos alimentos, pela utilização de resinas trocadoras de íons. Por exemplo, o níquel foi removido do sorbitol, o ferro do xarope para fabricação de doces, o sódio foi substituído por cálcio na preparação de leite para crianças etc..

PROCÓPIO & SPANÓ (20), 1950, estudando a relação entre as doses de trocador e as alterações provocadas nos componentes do vinho, verificaram que doses de 1,0 a 2,5% de trocadores de cátions na forma hidrogênica foram efetivas na remoção de cobre e de ferro.

Empregando um processo intermitente, SCANDURA & GRASSO (26), 1950, conseguiram bons resultados na remoção de cobre dos vinhos, nos quais conduziram seus experimentos.

ONGARO (15), 1950, fazendo percolações através de trocadores de cátions, libertou o vinho de cátions inorgânicos e orgânicos.

Em experimentos empregando resinas trocadoras de íons, AUSTERWEIL & PECHEUR (4), 1951, e AUSTERWEIL (3), 1953, conseguiram eliminar grande parte de íons tècnicamente indesejáveis em certos líquidos alimentares como sóem ser os íons de ferro e de cobre nos vinhos, onde êles causam a "casse".

Resultados satisfatórios foram obtidos por GARINO-CANINA (8-9), 1952, em experimentos feitos em mostos, vinhos, "brandy" (⌘) e vinagres. Pelo uso de trocadores de íons conseguiu-se controlar a acidez de mostos, assim como a remoção de cobre, ferro, cálcio e anídrido sulfuroso de vinhos. Verificou-se ainda a remoção de cobre, ferro e acidez volátil de "brandy". Conseguiu-se, também, a eliminação de metais (cations) do vinagre.

Segundo RENTSCHLER & TANNER (24), 1953, a acidez muito elevada ou, o conteúdo metálico elevado de "brandies" podem ser trazidos para dentro dos limites legais por tratamento com trocadores de íons sem que sejam redestilados.

Bons resultados foram obtidos, em escala experimental, por PAPPACODA (16), 1953, visando a clarificação e a estabilização de vinhos (remoção de potássio e de cálcio), remoção de metais pesados, prevenção de deterioração, correção da acidez, dessulfitação de mostos, esterilização de vinhos e, finalmente, melhoria do seu sabor pela utilização de cambiadores de íons.

JOSLYN & LUKTON (11), 1953, usando várias resinas catiônicas nas formas hidrogênica e potássica e aniônicas, na forma tartárica, para a eliminação de cobre do vinho, chegaram à conclusão de que, no caso das resinas catiônicas, forma hidrogênica, o conteúdo de cobre e de ferro caiu ao mínimo quando um volume de vinho igual ao volume de resina havia sido tratado. E, nas sucessivas amostras, o conteúdo de cobre continuou aproximadamente nos níveis mínimos até que um volume de vinho desde 5 até 17 vêzes o volume da resina, houvesse passado pela coluna. Para as resinas na forma potássica, um mínimo nos conteúdos de ferro e cobre foi observado quando um volume de vinho igual ao volume da resina havia passado.

Para as resinas aniônicas utilizadas, os referidos autores va-

(⌘) Brandy - produto da destilação do vinho da uva. O mesmo que cachaça ou aguardente de uva.

rificaram que as mesmas tinham aparentemente capacidade para complexar o cobre e o ferro e que elas foram tão eficientes na remoção do ferro quanto as resinas catiônicas na forma potássica.

RANKINI (22), 1955, para estudar a eficiência de várias resinas cambiadoras de íons na remoção do cobre e do ferro, fez a determinação do conteúdo desses dois metais no vinho antes e depois do tratamento. Constatou-se que as resinas aniônicas mostraram uma maior remoção dos dois metais do que as catiônicas, e que o ferro pareceu ser removido com maior intensidade que o cobre.

PERCIVAL et alii (18), 1958, realizaram exaustivos estudos de laboratório e em planta piloto, com as resinas Amberlite IR-120, forma sódica, catiônica e Amberlite IR-45 aniônica, forma hidroxílica, com diversos tipos de vinhos. Verificou-se, entre outras conclusões, que os conteúdos de cobre e ferro foram reduzidos de 50%.

Os únicos trabalhos encontrados na literatura nacional, sobre o assunto, se deve a LUCENA (12-13), 1958 e 1959, que tentou eliminar o cobre da aguardente, experimentando o emprêgo do carvão ativo. Chegou o autor à conclusão de que o carvão ativo apresentava ótima eficiência de remoção do cobre, mas, ao mesmo tempo, apresentava uma porcentagem relativamente alta de fixação dos componentes secundários da aguardente, alterando, dessa maneira, as qualidades organolépticas do produto.

McGARVEY et alii (14), 1958, depois de longos estudos em laboratório e em escala piloto, com resina Amberlite IR-120, forma sódica, chegaram à conclusão, entre outras, de que o grau ao qual as resinas trocadoras de íons, tipo ácido sulfônica, são capazes de reduzir a concentração dos condenáveis elementos, ferro e cobre, parece depender da natureza do vinho.

SMITH & PERCIVAL (27), 1959, realizaram estudos comparativos entre resinas de baixa, média e alta porosidade, todas aniônicas, para verificar a eficiência das mesmas na remoção de côr, cobre e ferro de diferentes tipos de vinho. Desses estudos as principais conclusões foram: a) as quantidades de cobre, ferro e côr removidas aumentaram com o aumento da relação resina/volume de vinho; b) as resinas são muito semelhantes, quimicamente, mas diferem fisicamente em relação à porosidade na seguinte ordem: Amberlite IRA-401-s > IRA-401 > IRA-400. E esta ordem foi também observada na eficiência de remoção de cobre, ferro e côr; c) o pH teve pouco efeito na reação do cobre; d) as resi -

nas porosas são superiores às não porosas; entretanto, variam entre si em relação à habilidade de remover cobre, côm e ferro, as variações sendo marcadamente diferentes para vinhos diferentes.

PATO (17), 1959, estudou o efeito da reação do meio na remoção de cobre pelo tratamento de amostras de vinhos, com diferentes pH, utilizando a resina catiônica Amberlite IR-120, forma sódica, tanto pelo processo contínuo como pelo intermitente.

Segundo êste mesmo autor, a remoção do cobre e do ferro por uma resina trocadora catiônica é grandemente afetada pelo pH.

SMITH & PERCIVAL (28), 1960, visando a estudar o tratamento de "whisky" com resinas trocadoras de íons, para remoção de cobre, tomaram duas amostras dêsse produto, uma recém-destilada e outra com seis anos de envelhecimento, as quais foram contaminadas com quantidades relativamente elevadas de cobre.

As duas amostras foram passadas em colunas de resinas catiônicas, Amberlite IR-120, ácido sulfônico e IRC-50, carboxílica, fracamente e fortemente ácidas, respectivamente, ambas na forma hidrogênica.

A conclusão foi de que as resinas Amberlite IRC-50 e IR-120 removeram o cobre, variando o grau de remoção, do "whisky" recém-destilado ao envelhecido. Ao mesmo tempo, elas causaram um aumento de acidez titulável e no pH. O abaixamento do pH foi maior quando do uso da Amberlite IR-120.

RANKINI (21), 1961, a fim de estudar a remoção do cobre de "brandy" pelo tratamento com resinas trocadoras de íons, tomou duas amostras dêsse produto. Uma amostra de "brandy" novo e ácido, logo após destilado e, outra de "brandy" envelhecido, consistindo de uma mistura de "brandies" envelhecidos 4, 5 e 6 anos em quartolas de carvalho prontas para a venda. As amostras foram passadas em colunas de resinas catiônicas, forma sódica e hidrogênica, e aniônica, forma hidroxílica, respectivamente, sob condições as mais semelhantes possíveis.

Dêsses estudos concluiu o autor que a resina catiônica removeu eficientemente o cobre do "brandy" novo em ambas as formas, enquanto que, na remoção do cobre por resinas aniônicas, não se obteve sucesso. No "brandy" envelhecido, eficiente remoção aconteceu somente com a resina catiônica, na forma hidrogênica.

3. MATERIAL

O material utilizado na execução do presente trabalho constou do seguinte:

3.1 AGUARDENTE DE CANA-DE-AÇÚCAR

As aguardentes de cana-de-açúcar para o tratamento com resinas trocadoras de íons foram obtidas na Destilaria S. José Viegas, de Rio das Pedras, Estado de São Paulo.

Este material foi coletado logo após a sua produção, diretamente na caixa de recepção do destilado e colocado em bombonas de vidro de mais ou menos 35 litros de capacidade, hermêticamente fechadas para que não houvesse perdas por evaporação do material.

3.2 RESINAS TROCADORAS DE ÍONS

As resinas utilizadas nos ensaios de remoção de cobre da aguardente de cana-de-açúcar, selecionadas após ensaios preliminares, foram as seguintes:

a) Amberlite IR-120, forma hidrogênica, catiônica, tipo nuclear ácido sulfônico, fortemente ácida. Foi empregada na forma de partículas esféricas, com diâmetro de 0,45 a 0,60 milímetros ou 16 a 50 mesh; 44 a 48% em peso de umidade e densidade de 0,77 a 0,88 gramas por centímetro cúbico de resina; 8% de divinilbenzeno (D.V.B.), capacidade total 1,9 meq/ml de resina (volume úmido) ou 5,0 meq/g de resina seca;

b) Amberlite IR-120, forma sódica, catiônica, tipo nuclear ácido sulfônico, possui as mesmas características da anterior, uma vez que, uma forma pode ser transformada na outra pelo simples tratamento com ácido sulfúrico ou cloreto de sódio;

c) Amberlite IRC-50, forma hidrogênica, catiônica, grupo ácido carboxílico, fracamente ácida, empregada na forma de partículas esféricas com 16 a 50 mesh; 43 a 53% de umidade; densidade 0,64 a 0,77 gramas por centímetro cúbico de resina com 8% de D.V.B.; capacidade total 3,5 meq/ml (volume úmido) ou 10,0 meq/g de resina seca;

d) Amberlite IRC-50, forma sódica, catiônica, grupo ácido carboxílico, tem as mesmas características da anterior, visto poder ser transformada uma na outra, segundo explicação dada anteriormente.

e) Dowex 50W-X8, forma hidrogênica, catiônica, tipo nuclear ácido sulfônico, fortemente ácida, foi empregada na forma de partículas esféricas com 100 a 200 mesh; 52% de umidade; 8% de divinilbenzeno (D.V.B.); capacidade total de 1,9 meq/ml de resina (volume úmido) ou 5,0 meq/g de resina seca;

f) Dowex 50W-X8, forma sódica, catiônica, tipo nuclear ácido sulfônico, possui as mesmas características que a anterior, pelas mesmas razões citadas anteriormente quando da descrição das resinas Amberlite.

Para maior facilidade de compreensão, as resinas acima relacionadas foram designadas com letras, como segue:

Amberlite IR-120, catiônica, forma hidrogênica, pela letra A;

Amberlite IR-120, catiônica, forma sódica, pela letra B;

Amberlite IRC-50, catiônica, forma hidrogênica, pela letra C;

Amberlite IRC-50, catiônica, forma sódica, pela letra D;

Dowex 50W-X8, catiônica, forma hidrogênica, pela letra E;

Dowex 50W-X8, catiônica, forma sódica, pela letra F.

4. MÉTODOS

Os métodos utilizados neste trabalho podem ser divididos em;

4.1 MÉTODOS EXPERIMENTAIS

O presente trabalho foi realizado em condições de laboratório, uma vez que o mesmo se constitui no início de uma série que se pretende fazer.

Para maior facilidade de execução, o mesmo foi dividido em dois experimentos. No experimento Nº 1, foram estudadas quatro resinas: Amberlite IR-120, forma hidrogênica (resina A) e forma sódica (resina B), Amberlite IRC-50, forma hidrogênica (resina C) e forma sódica (resina D).

No experimento Nº 2 foram estudadas três resinas: DOWEX 50W-X8, forma hidrogênica (resina E), DOWEX 50W-X8, forma sódica (resina F) e a Amberlite IRC-50, forma sódica (resina D). Esta resina comum aos dois experimentos poderia tornar possível a análise conjunta, comparando-se o primeiro e o segundo experimento.

A aguardente utilizada no experimento Nº 2, embora procedente da mesma destilaria, apresentou composição original diferente da do Nº 1, uma vez que foram coletadas em épocas diferentes.

4.2 MÉTODOS TECNOLÓGICOS

Os dois experimentos foram realizados em idênticas condições. Foram as seguintes as operações de laboratório através das quais a execução deste trabalho foi desenvolvida:

4.2.1 PREPARO DA AGUARDEENTE

Como as aguardentes produzidas por diferentes produtores poderiam ter diferentes índices pH, procurou-se estudar a influência dessas diferenças na capacidade da resina em remover o cobre. Para tal, preparou-se amostras de mais ou menos 3,0 litros, a índices pH 3,0, 4,0 e 5,0, pela adição de soluções de ácido sulfúrico ou de hidróxido de sódio, de diferentes concentrações, visando com isso a obter mais ou menos a mesma diluição das amostras.

O acerto do índice pH foi feito potenciomêtricamente.

Depois de preparadas, aproximadamente 600 ml de cada amostra eram transferidos para funís de separação de 1 litro de capacidade, distribuídos segundo sorteio feito anteriormente. Dos funís de separação, a aguardente passava às colunas de tratamento, através de tubulações de látex, conforme indica a Fig. 1.

4.2.2 PREPARO DAS COLUNAS DE RESINAS TROCADORAS DE ÍONS

As colunas para o tratamento da aguardente constituíram-se de buretas de vidro de 50 ml de capacidade e 1 cm de diâmetro (Fig. 1).

Na parte inferior da bureta colocou-se lâ de vidro para servir de suporte à resina.

Para o preparo das colunas, utilizou-se 5 g de cada tipo de resina, os quais foram deixados imersos em água desmineralizada em frascos Erlenmeyer por 24 horas para que o inchamento da resina se processasse.

Em seguida, as resinas foram transferidas para dentro das buretas com auxílio de funís e com sucessivas lavagens do frasco com água desmineralizada.

As resinas formavam nas buretas uma coluna de 10 a 11 cm de altura.

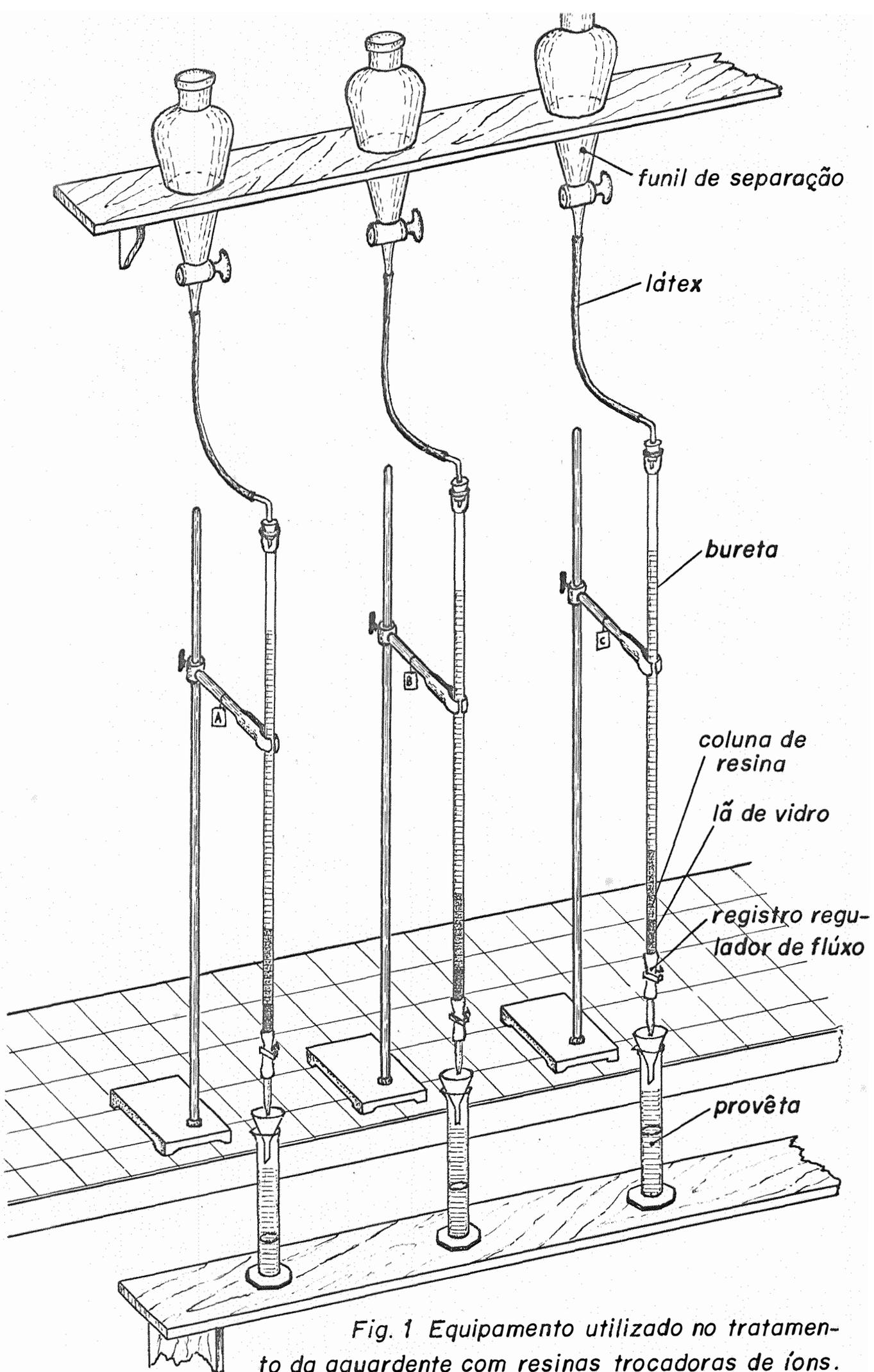


Fig. 1 Equipamento utilizado no tratamento da aguardente com resinas trocadoras de íons.

As colunas trocadoras de íons, constituídas como se indicou anteriormente, e distribuídas também segundo sorteio, foram transformadas cada uma em sua forma própria, isto é, hidrogênica e sódica, pela percolação de 50 ml de soluções de H_2SO_4 a 5% e NaCl a 10%, respectivamente, num fluxo de 0,5 a 1,0 ml por minuto.

Em seguida, a camada de resina foi lavada com água desmineralizada até que o efluente desse reação negativa para íons $SO_4^{=}$ e Cl^- , respectivamente (6-14-23).

Nestas condições, as colunas estavam prontas para o início de tratamento das amostras de aguardente.

4.2.3 PROCEDIMENTO TECNOLÓGICO PARA O TRATAMENTO DA AGUARDENTE COM COLUNAS TROCADORAS DE ÍONS

Cada ciclo de operação usado no presente trabalho constou das seguintes fases:

(a) Passagem das amostras de aguardente, através das colunas trocadoras de íons nas diferentes formas. O fluxo usado foi de 1 a 2 ml de aguardente por minuto, o qual foi determinado em testes preliminares. Os primeiros 20 ml passados foram desprezados para evitar diluição das amostras. Um total de 500 ml era percolado através da camada de resina;

(b) Coleta das amostras em provetas de 100 ml de capacidade. Em cada 100 ml de aguardente passados eram determinados cobre e pH. No final, as cinco porções de 100 ml percoladas foram reunidas para constituir uma amostra, na qual os demais constituintes da aguardente foram analisados;

(c) Drenagem da aguardente remanescente na coluna;

(d) Lavagem da coluna em contracorrente para um rearranjo das esferas de resina. Nesta lavagem, uma expansão da camada de resina de mais ou menos 75% deve ser conseguida para que uma boa uniformidade da camada de resina seja obtida. Essa operação pode ser levada a efeito com água destilada ou desmineralizada. Quando terminada a lavagem, as partículas de resina são deixadas assentar-se naturalmente;

(e) Em seguida, procedeu-se à regeneração das resinas. Nesta operação, cada tipo de resina foi tratado com 50 ml de soluções de H_2SO_4 a 5% e de NaCl a 10%, respectivamente, de acordo com a forma em que se encontravam as resinas nas colunas, se sódica ou hidrogênica. A rege-

neração foi feita num fluxo de 0,5 a 1,0 ml por minuto;

(f) Eliminação do excesso de regenerante. Tão logo terminou a regeneração, as colunas foram lavadas com água desmineralizada até que o efluente da coluna não desse reações positivas para íons Cl^- e $\text{SO}_4^{=}$. Esta operação foi feita num fluxo igual ao da regeneração;

(g) Uma vez completada a lavagem do excesso de regenerante, as colunas foram drenadas e um novo ciclo recomeçado.

Para os ciclos que se seguiram durante os dois experimentos, as mesmas fases de operações foram seguidas;

4.3 MÉTODOS ANALÍTICOS

Os seguintes procedimentos analíticos foram utilizados no desenvolvimento do trabalho:

a) Pêso Específico: determinado pela balança de MÖHR-WESTPHAL, à $15^\circ \text{C}/15^\circ \text{C}$, segundo VILLAVECCHIA;

b) Grau Alcoólico em Volume: determinado, indiretamente, em correspondência aos valores do pêso específico, pela tabela de ALMEIDA (1);

c) Acidez Total: determinada de acordo com método oficial de A.O.A.C. (5) e expressa em mg de ácido acético por 100 ml de aguardente, considerando-a a 100°G.L. , segundo ALMEIDA et alii (2);

d) Acidez Fixa: por evaporação de 50 ml de aguardente em banho-maria de nível constante, segundo A.O.A.C. (5) e expressa em mg de ácido acético por 100 ml de aguardente, considerando-a a 100°G.L. de acordo com ALMEIDA et alii (2);

e) Ésteres Totais: determinados sobre o destilado da aguardente, reduzido a 50°G.L. . Expressos em mg de acetato de etila por 100 ml de aguardente, considerando-a a 100°G.L. (25);

f) Furfural: determinado colorimetricamente sobre o destilado da aguardente, reduzido a 50°G.L. . Expresso em mg de furfural, por 100 ml de aguardente, considerando-a a 100°G.L. (31);

g) Aldeídos Totais: determinados colorimetricamente sobre o destilado da aguardente, reduzido a 50°G.L. . Expressos em mg de aldeído acético, por 100 ml de aguardente, considerando-a a 100°G.L. (31);

h) Álcoois Homólogos Superiores: determinados colorimètricamente pelo método do paradimetilaminobenzaldeído segundo A.O.A.C. (5) e expressos em mg de álcool isobutílico por 100 ml de aguardente, considerando-a a 100° G.L. (2);

i) Cobre: determinado pelo método do dietilditiocarbamato de sódio segundo JACINTHO (10) e expresso em mg de cobre/100 ml de aguardente.

4.4 CÁLCULOS TECNOLÓGICOS

A) Acidez Volátil: calculada pela diferença entre a acidez total e a fixa, segundo A.O.A.C. (5).

B) Coeficiente de Impurezas: as substâncias que constituem o chamado coeficiente de impurezas e que representam, por assim dizer, o corpo da aguardente, são de natureza química diversa, podendo ser agrupados nas seguintes classes principais (2-7):

- a) álcoois homólogos superiores;
- b) ácidos voláteis;
- c) aldeídos e
- d) ésteres.

A soma destas substâncias, calculadas em relação a 100 ml de aguardente considerada anidra, representa o chamado coeficiente de impurezas ou componentes secundários da aguardente.

4.5 MÉTODOS ESTATÍSTICOS

Os métodos estatísticos utilizados na análise dos dados obtidos em 4.3 e 4.4 foram aquêles da estatística experimental, ou seja:

4.5.1 ANÁLISE DA VARIÂNCIA: realizada seguindo-se o modelo de blocos casualizados em esquema fatorial, segundo indicações de PIMENTEL GOMES (19). Os esquemas de análise foram os seguintes:

a) experimento Nº 1

Causa de variação	Graus de liberdade
Resinas (R)	3
pH (P)	2
Interação (RxP)	6
(Tratamentos)	(11)
Blocos	2
Resíduo	22
Total	35

b) experimento Nº 2

Causa de variação	Graus de liberdade
Resinas (R)	2
pH (P)	2
Interação (RxP)	4
(Tratamentos)	(8)
Blocos	2
Resíduo	16
Total	26

Tanto para o experimento Nº 1 como para o Nº 2, os dados originais, à exceção de acidez volátil, foram transformados em $\text{arc. sen. } \sqrt{\%}$, segundo SNEDECOR (29).

4.5.2 TESTE DE TUKEY: utilizado para a comparação das médias, segundo indicação de PIMENTEL GOMES (19), ao nível de 5% de probabilidade.

5. RESULTADOS OBTIDOS

5.1 EXPERIMENTO Nº 1

a) Os resultados obtidos pelos métodos analíticos para a remoção de cobre da aguardente de cana pelas resinas iônicas A, B, C e D, expressos em mg/100 ml, encontram-se nos QUADROS I a IV, respectivamente;

b) Os resultados obtidos para a remoção de cobre pelas resinas iônicas C e D, transformados em arc. sen. $\sqrt{\%}$, segundo tabela de SNEDECOR (29), utilizados na análise estatística, encontram-se no QUADRO VIII;

c) Os resultados obtidos para os componentes e o coeficiente de impurezas, da aguardente original e após o tratamento pelas resinas A, B, C e D, expressos em mg/100 ml de aguardente, considerando-a a 100° G.L., acham-se nos QUADROS IX a XII;

d) Os resultados obtidos para os componentes e o coeficiente de impurezas da aguardente tratada transformados em arc. sen. $\sqrt{\%}$, segundo tabela de SNEDECOR (29), utilizados na análise estatística, acham-se nos QUADROS XVI a XIX;

e) Os resultados verificados para "teste F", sua significância estatística, e o coeficiente de variação, referentes à remoção do cobre da aguardente tratada pelas resinas C e D, encontram-se no QUADRO XXIII;

f) As médias, os erros padrões das médias e as diferenças mínimas significativas ou d. m. s. (Teste de TUKEY), para Índice pH e a interação Resinas x Índice pH, referentes à remoção do cobre da aguardente tratada pelas resinas C e D, acham-se no QUADRO XXIV;

g) Os resultados verificados para "teste F", sua significância estatística e o coeficiente de variação, referentes aos componentes e ao coeficiente de impurezas, da aguardente tratada pelas resinas A, B, C e D, encontram-se no QUADRO XXV;

h) As médias dos dados transformados e dos dados não transformados, os erros padrões das médias e as diferenças mínimas significativas ou d. m. s. (Teste de TUKEY), referentes aos componentes e ao coeficiente de impurezas da aguardente tratada pelas resinas A, B, C e D, para Resinas dentro de Índice pH, acham-se nos QUADROS XXVI a XXVIII.

5.2 EXPERIMENTO Nº 2

a) Os resultados obtidos pelos métodos analíticos para remoção de cobre da aguardente, pelas resinas iônicas D, E e F, expressos em mg/100 ml de aguardente, encontram-se nos QUADROS V a VIII;

b) Os resultados obtidos para os componentes e o coeficiente de impurezas, da aguardente original e após o tratamento pelas resinas D, E e F, expressos em mg/100 ml de aguardente, considerando-a a 100° G.L., acham-se nos QUADROS XIII a XV;

c) Os resultados obtidos para os componentes e o coeficiente de impurezas da aguardente tratada, transformados em arc. sen. $\sqrt{\%}$, segundo tabela de SNEDECOR (29), utilizados na análise estatística, encontram-se nos QUADROS XX a XXII;

d) Os resultados verificados para "teste F", sua significância estatística e o coeficiente de variação, referentes aos componentes e ao coeficiente de impurezas da aguardente tratada pelas resinas D, E e F, acham-se no QUADRO XXV;

e) As médias dos dados transformados e dos dados não transformados, os erros padrões das médias e as diferenças mínimas significativas ou d. m. s. (teste de TUKEY), referentes aos componentes e ao coeficiente de impurezas da aguardente tratada pelas resinas D, E e F, para Resinas dentro de Índice pH, encontram-se nos QUADROS XXIX a XXXI.

6. DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Embora se pretendesse fazer uma análise conjunta reunindo-se o experimento Nº 1 e o Nº 2, isto não foi possível, pois que, para alguns dos elementos secundários, a interação Tratamentos comuns x Experimentos, foi estatisticamente significativa, indicando que as resinas se comportaram diferentemente de um experimento para outro. Isso nos levou à comparação das resinas apenas dentro de cada um dos experimentos, não sendo possível, portanto, a comparação estatística das resinas E e F com as resinas A, B, C e D.

6.1 EXPERIMENTO Nº 1

Os resultados obtidos e os cálculos estatísticos, evidenciando os objetivos dêsse trabalho, permitiram as discussões que se seguem:

6.1.1 COBRE

Os resultados obtidos para a remoção do cobre da aguardente (QUADROS I e II), evidenciaram um notável comportamento das resinas A e B, uma vez que, o conteúdo de cobre após o tratamento da aguardente por essas resinas, reduziu-se a zero. Êsses resultados vêm de encontro, de certa forma, com os da literatura TREVOR (30), PROCÓPIO & SPANÓ (20), SCANDURA & GRASSO (26), GARINO-CANINA (8-9), JOSLYN & LUKTOF (12) e RANKINI (21), embora êstes estejam relacionados à remoção de metais presentes em vinhos, vinagres, "brandy", "whisky" etc..

Por outro lado, as resinas C e D (QUADROS III e IV), não apresentaram remoção satisfatória, pois o cobre não foi removido totalmente, o que encontra confirmação nos trabalhos de SMITH & PERCIVAL (28).

Como somente as resinas C e D não mostraram eficiência de 100 % na remoção do cobre, a análise estatística para esse elemento foi feita em relação a essas duas resinas. Assim é que, para as resinas C e D, a análise da variância (QUADRO XXIII) mostrou-se estatisticamente significativa ao nível de 1% de probabilidade, tanto para o tratamento Índice pH, como para Resinas dentro de Índice pH 3,0, enquanto que, para os Índices pH 4,0 e 5,0, não houve significância.

Pela comparação das médias (QUADRO XXIV), pode-se verificar que a remoção do cobre da aguardente pelas resinas iônicas C e D, variou com as resinas e com os Índices pH.

A resina D, dentro do índice pH 5,0, foi a que mais eficientemente removeu o cobre, cuja média variou de $71,25 \pm 1,00$ a $69,09 \pm 1,18$. Pode-se observar também que (QUADRO XXIV) a remoção do cobre por essas resinas elevou-se com a elevação do índice pH. Portanto, o índice pH, de certa forma, influenciou sobre a remoção do cobre da aguardente pelas citadas resinas. Isto vem concordar, de certo modo, com os dados da literatura, PATO (18). A d. m. s. variou de 2,74 a 3,37.

6.1.2 COMPONENTES SECUNDÁRIOS

Embora a literatura consultada, com raras exceções, não apresentasse estudos referentes à influência das resinas trocadoras de íons, sobre os componentes, quer de vinho, "brandy" ou "whisky", os resultados obtidos demonstraram um efeito relativo das mesmas sobre os componentes da aguardente, conforme se pode observar pelos dados inseridos nos QUADROS IX a XII.

6.1.2.1 ACIDEZ VOLÁTIL

Ao se observar os dados obtidos para a acidez volátil (QUADROS IX a XII), nota-se uma relativa variação que permitiu, pela análise da variância (QUADRO XXV), inferir da existência de uma diferença estatisticamente significativa ao nível de 1% de probabilidade, tanto para Índice pH, como para Resinas dentro de Índice pH.

Pela comparação das médias (QUADRO XXVI), as resinas B e D, dentro de Índice pH 3,0, com médias $1,04 \pm 0,0058$, respectivamente, fo -

ram as que menores médias apresentaram, evidenciando a menor interferência dessas resinas no teor de acidez volátil da aguardente, nesse nível de pH.

Para o índice pH 4,0 (QUADRO XXVII), a comparação das médias revela que a resina B, com média igual a $0,78 \pm 0,0058$, foi a que, nesse índice pH, menor interferência teve sobre o teor de acidez volátil. Entretanto, para o índice pH 5,0 (QUADRO XXVIII), a resina D, com $0,80 \pm 0,0058$ de média, foi a que apresentou menor influência na quantidade de ácidos voláteis da aguardente.

Êsses resultados deixaram evidente o efeito sobre os teores de acidez volátil da aguardente, quando a mesma é tratada com resinas iônicas, o que, aliás, vem corroborar com as observações da literatura, GARINO-CANINA (8) e SMITH & PERCIVAL (28).

6.1.2.2 ALDEÍDOS

Observa-se, pelos dados obtidos (QUADROS IX a XII), que os teores de aldeídos também sofreram variações com o tratamento da aguardente pelas resinas trocadoras de íons.

Entretanto, a análise da variância (QUADRO XXV) não apresentou diferença estatisticamente significativa para nenhum dos tratamentos, Resinas, Índice pH e interação Resinas x Índice pH.

6.1.2.3 ÉSTERES

Observando-se os dados para êstes componentes estudados (QUADROS IX a XII), notam-se diferenças relativamente grandes entre os teores de ésteres na aguardente original e na tratada com as diferentes resinas, o que, de alguma forma, acusa uma interferência das resinas iônicas, na quantidade de ésteres presentes na aguardente.

A análise da variância (QUADRO XXV) evidenciou uma diferença estatisticamente significativa ao nível de 1% de probabilidade para Resinas dentro de Índice pH 3,0, e, ao nível de 5%, para Resinas dentro de Índice pH 5,0, não mostrando qualquer diferença para Resinas dentro de Índice pH 4,0 e para Índice pH.

Pelo exame das médias (QUADRO XXVI), nota-se que a Resina B, dentro de Índice pH 3,0, foi a que menor média apresentou, $13,84 \pm 2,84$. A observância desses resultados ressalta que esta resina, embora não

difira estatisticamente da resina A, foi a que, dentro do Índice pH 3,0, menos interferiu no teor de ésteres da aguardente.

Confrontando as médias para Resinas dentro de Índice pH 5,0 (QUADRO XXVIII), verifica-se que a resina A com média $15,42 \pm 2,84$, embora não difira estatisticamente da resina B, foi a que menos interferiu no teor do referido componente da aguardente, no índice pH 5,0. A d. m. s. foi de 7,90.

De acôrdo com as discussões acima, pode-se verificar que, o tratamento da aguardente com as resinas iônicas estudadas, provocou uma variação nos teores de ésteres. Nota-se também que o índice pH da aguardente teve relativa influência sôbre o comportamento das resinas.

6.1.2.4 ÁLCOÓIS HOMÓLOGOS SUPERIORES

Os dados obtidos para Álcoois Homólogos Superiores (QUADROS IX a XII) demonstram claramente que o teor dêstes componentes sofreu a influência do tratamento da aguardente com as resinas iônicas. Evidencia, ainda, que houve variações de resina para resina e de índice pH para índice pH.

A análise da variância (QUADRO XXV) mostrou uma diferença estatisticamente significativa ao nível de 1% de probabilidade para Resinas dentro de Índice pH 3,0, 4,0 e 5,0, assim como para Índice pH.

Pela comparação das médias para Resinas dentro de Índice pH 3,0 (QUADRO XXVI), observa-se que a menor média corresponde à resina C, com $19,91 \pm 0,58$. Assim sendo, fácil se torna inferir que a resina C, embora não difira estatisticamente das resinas A e D, foi a que menos interferiu no teor de álcoois homólogos superiores da aguardente.

Para Resinas dentro de Índice pH 4,0 (QUADRO XXVII), os dados médios demonstram que a resina D, com $14,58 \pm 0,58$, foi a que menor média apresentou. Disto, pode-se postular que a resina D, com menor média, teve um comportamento superior às demais, dentro do índice pH 4,0.

Quando se comparam as médias para Resinas dentro de índice pH 5,0 (QUADRO XXVIII), verifica-se que a resina D foi a que menor média apresentou, $13,59 \pm 0,58$. Isto indica que, dentro do índice pH 5,0, esta foi a resina que menos interferiu no teor de álcoois homólogos superiores da aguardente, pelo tratamento com as resinas já indicadas. A d. m. s. foi de 2,28.

Como para o caso dos ésteres, aqui também o tratamento da aguardente com as resinas iônicas indica que o índice pH teve interferência no comportamento das resinas estudadas.

6.1.2.5 FURFURAL

Os dados obtidos para furfural (QUADROS IX a XII) mostraram que a interferência do tratamento da aguardente pelas resinas iônicas sobre o teor desse componente foi pequena, uma vez que, as variações entre os teores de furfural na aguardente original e tratada são inexistentes em quase todos os casos, não cabendo análise estatística.

6.1.2.6 COEFICIENTE DE IMPUREZAS

Os resultados para o coeficiente de impurezas, calculados pela soma de Acidez Volátil, Aldeídos, Ésteres, Álcoois Homólogos Superiores e Furfural (QUADROS IX a XII), podem dar uma noção mais clara de como o tratamento da aguardente pelas resinas iônicas estudadas influenciou sobre os teores dos componentes da mesma.

A análise da variância (QUADRO XXV) indicou, para Resinas dentro de Índice pH, uma diferença estatisticamente significativa ao nível de 1% de probabilidade, assim como para Índice pH.

A comparação das médias para Resinas dentro de Índice pH 3,0 (QUADRO XXVI), efetuada para o coeficiente de impurezas da aguardente, mostrou que a resina C, com média $18,53 \pm 0,53$, teve menor interferência nesse coeficiente, uma vez que, as demais resinas estudadas apresentaram médias superiores a essa.

Para Resinas dentro de Índice pH 4,0 (QUADRO XXVII), a resina D, com média $16,60 \pm 0,53$, mostrou ter menor interferência no coeficiente de impurezas da aguardente, enquanto que, as demais, mostraram uma ação mais enérgica, uma vez que, apresentaram médias relativamente superiores à da resina D.

Na comparação das médias para Resinas dentro de Índice pH 5,0 (QUADRO XXVIII), verificou-se que, também neste caso, a resina D, com média $15,41 \pm 0,53$, foi a que menos interferiu no coeficiente de impurezas da aguardente, visto terem as demais resinas apresentado médias superiores a essa. A d. m. s. foi de 2,10.

6.2 EXPERIMENTO Nº 2

De acôrdo com os resultados obtidos e os cálculos estatísticos, as seguintes discussões podem ser feitas:

6.2.1 COBRE

Pelos dados dos QUADROS V e VII, obtidos para remoção de cobre da aguardente, pode-se verificar o notável comportamento das resinas E e F, uma vez que, o conteúdo de cobre das amostras de aguardente, após o tratamento, reduziu-se a zero. Isto pode ser confirmado através dos dados da literatura (30 - 20 - 26 - 12 - 21). Por outro lado, a resina D, comum aos dois experimentos, como era de se esperar, não removeu totalmente o cobre. Entretanto, não foi possível realizar a análise estatística com referência a êsse elemento, uma vez que as outras duas resinas o removeram totalmente.

6.2.2 COMPONENTES SECUNDÁRIOS

Os resultados obtidos (QUADROS XIII a XV) demonstraram que, também neste experimento, o conteúdo dos componentes da aguardente sofreu a ação do tratamento da aguardente com as resinas D, E e F, respectivamente..

6.2.2.1 ACIDEZ VOLÁTIL

Ao se observar os dados obtidos para acidez volátil (QUADROS XIII a XV), nota-se que houve uma relativa variação de resultados, o que permitiu, pela análise da variância (QUADRO XXV), inferir da existência de uma diferença estatisticamente significativa ao nível de 1% de probabilidade para Índice pH, assim como para Resinas dentro de Índice pH. O mesmo não aconteceu para Resinas.

A comparação das médias (QUADRO XXIX) para Resinas dentro do Índice pH 3,0 demonstra que a resina D, com $0,95 \pm 0,008$ de média, foi a que menos modificou o teor de acidez volátil da aguardente, uma vez que apresentou a menor média.

Dentro de Índice pH 4,0 (QUADRO XXX), a comparação das médias revela a resina F, com menor média, $0,88 \pm 0,008$, como sendo a resina que menos interferiu no conteúdo de ácidos voláteis da aguardente.

Já, para Resinas dentro do Índice pH 5,0 (QUADRO XXXI), a comparação das médias indica a resina D com $0,20 \pm 0,008$, como sendo a que menos modificou o teor de acidez volátil da aguardente.

Do que foi acima discutido, pode-se dizer que, tanto os Índices pH, como as resinas dentro dos índices pH diferiram entre si, em relação à acidez volátil da aguardente, após o tratamento com as resinas iônicas.

6.2.2.2 ALDEÍDOS

Os dados obtidos para êsses componentes (QUADROS XIII a XV), mostraram que foi pequena a variação sofrida pelos teores de aldeídos, com o tratamento da aguardente pelas resinas iônicas, estudadas neste experimento.

A análise da variância (QUADRO XXV) não apresentou diferença estatisticamente significativa para nenhum dos tratamentos, Resinas, Índice pH e interação Resinas x Índice pH.

6.2.2.3 ÉSTERES

Observando-se os dados obtidos para ésteres (QUADROS XIII a XV), verifica-se que houve uma variação no teor dêsses componentes da aguardente original para a tratada com as diferentes resinas, demonstrando, portanto, que o tratamento da aguardente com as resinas iônicas modifica, de certo modo, o conteúdo de ésteres da mesma.

A análise da variância (QUADRO XXV) mostrou uma diferença estatisticamente significativa ao nível de 1% de probabilidade para Resinas dentro de Índice pH 4,0, enquanto que, para Resinas dentro de Índices pH 3,0 e 5,0, e o tratamento Índice pH, não houve quaisquer significâncias.

Para Resinas dentro de Índice pH 4,0 (QUADRO XXX), a comparação das médias evidenciou, para a resina E, a menor média, $15,81 \pm 4,06$, donde se pode apontar a resina E como sendo a que menos influência teve sobre os teores de ésteres da aguardente tratada com as resinas iônicas utilizadas para êsse experimento, embora ela não difira estatisticamente da resina D com média $26,55 \pm 4,06$.

6.2.2.4 ALCÓCIS HOMÓLOGOS SUPERIORES

Os dados obtidos para Alcoóis Homólogos Superiores, mostrados

nos QUADROS XIII a XV , revelaram uma notável diferença entre seus teores na aguardente original e tratada.

A análise da variância (QUADRO XXV) mostrou-se estatisticamente significativa ao nível de 5% de probabilidade para Resinas dentro de Índices 3,0 e 4,0 e, ao nível de 1% de probabilidade, para Resinas dentro de Índice pH 5,0, não mostrando qualquer significância para Índice pH.

Pela comparação das médias (QUADRO XXIX), para Resinas dentro de Índice pH 3,0, observa-se que a menor média corresponde à resina E, com $18,96 \pm 1,99$, o que demonstra que esta resina, embora não difira estatisticamente da resina F, foi a que menor influência teve sobre os teores de álcoois homólogos superiores da aguardente, uma vez que as resinas F e D apresentaram médias superiores a essa.

Os dados médios (QUADRO XXX), para Resinas dentro de Índice pH 4,0, demonstraram que a resina D, com média $16,15 \pm 1,99$, embora não diferindo estatisticamente da resina E, foi a que menos interferiu nos teores desses componentes, pois que apresentou média menor que as demais resinas.

Comparando-se as médias (QUADRO XXXI), para Resinas dentro de Índice pH 5,0, verificou-se que a Resina D, embora não diferindo estatisticamente da Resina F, apresentou a menor média. Infere-se daí, que a menor interferência no conteúdo de álcoois homólogos superiores foi causada pela Resina D, uma vez que as demais resinas tiveram médias superiores à desta resina. A d.m.s. foi de 7,27.

6.2.2.5 FURFURAL

Observando-se os QUADROS XIII a XV , referentes aos dados obtidos para furfural, pelo tratamento da aguardente, com as resinas D, E e F, pode-se notar que houve uma relativa interferência desse tratamento sobre o teor desse componente da aguardente.

A análise da variância (QUADRO XXV) apresentou uma diferença estatisticamente significativa ao nível de 5% de probabilidade para Índice pH, enquanto que, para Resinas e a interação Resina x Índice pH, nenhuma diferença foi observada.

6.2.2.6 COEFICIENTE DE IMPUREZAS

Calculado pela soma de Acidez Volátil, Aldeídos, Ésteres, Álcoois Homólogos Superiores e Furfural (QUADROS XIII a XV). Os resultados obtidos para o coeficiente de impurezas podem dar uma ideia mais

geral da influência do tratamento da aguardente com as resinas iônicas, sobre os teores dos componentes da mesma.

Pela análise da variância (QUADRO XXV), verificou-se haver uma diferença estatisticamente significativa ao nível de 5% de probabilidade para Resinas dentro de Índice pH 4,0, enquanto que, para Resinas dentro de Índices pH 3,0 e 5,0 e para Índice pH, não se observou qualquer diferença estatisticamente significativa, embora dentro do Índice pH 3,0 o valor estivesse próximo à significância.

Para Resinas dentro de Índice pH 3,0 (QUADRO XXX), a resina E, com média $18,74 \pm 2,15$, mostrou ter menor interferência sobre o coeficiente de impurezas da aguardente, enquanto que as demais resinas tiveram uma influência mais elevada, visto que apresentaram médias superiores à da resina E.

A comparação das médias para Resinas dentro de Índice pH 4,0 (QUADRO XXXI), efetuada para o coeficiente de impurezas da aguardente, demonstrou, para o tratamento com a resina D, com média $20,40 \pm 2,15$, resultados favoráveis em relação às demais que apresentaram médias superiores a essa, embora não diferindo estatisticamente da resina F.

Da discussão acima feita, pode-se verificar que as modificações sofridas pelo coeficiente de impurezas da aguardente, pelo tratamento com as resinas iônicas, variaram com as resinas estudadas dentro de cada índice pH.

7. CONCLUSÕES

Os resultados obtidos nos dois experimentos de que constou o presente trabalho, depois de analisados à luz da estatística, foram discutidos, permitindo fossem inferidas as seguintes principais conclusões, no que diz respeito ao uso de resinas trocadoras de íons, no tratamento da aguardente, com vistas à remoção do cobre e sua influência nos componentes secundários da mesma.

a) Das resinas estudadas, apenas quatro, isto é, as resinas A, Amberlite IR-120, forma hidrogênica, B, Amberlite IR-120, forma sódica (Expt^o. N^o 1), E, Dowex 50W-X8, forma hidrogênica e F, Dowex 50W-X8, forma sódica (Expt^o. N^o 2), foram altamente eficientes na remoção do cobre da aguardente de cana-de-açúcar, nos diferentes índices pH estudados;

b) De um modo geral, o tratamento da aguardente de cana-de-açúcar por resinas catiônicas provocou uma redução nos componentes secundários da mesma, ou seja, no seu coeficiente de impurezas;

c) O índice pH da aguardente, via de regra, interferiu no comportamento das resinas em relação aos seus componentes secundários;

d) Em virtude do comportamento diferente das Resinas de um experimento para outro, impossibilitando inclusive a análise conjunta dos resultados, deve-se, em estudos futuros, levar-se em conta esse fato.

8. RESUMO

A finalidade do presente trabalho foi estudar o tratamento da aguardente de cana-de-açúcar com resinas trocadoras de íons, visando a remoção do cobre da mesma e a influência sobre os seus componentes secundários.

Para maior facilidade de execução, o mesmo foi dividido em dois experimentos, a saber:

I) Experimento N^o 1; realizado com as seguintes resinas:

a) Amberlite IR-120, catiônica, fortemente ácida, grupo ácido sulfônico, forma hidrogênica;

b) Amberlite IR-120, catiônica, fortemente ácida, grupo ácido sulfônico, forma sódica;

c) Amberlite IRC-50, catiônica, fracamente ácida, grupo ácido carboxílico, forma hidrogênica;

d) Amberlite IRC-50, catiônica, fracamente ácida, forma sódica.

II) Experimento N^o 2; realizado com as seguintes resinas:

a) Dowex 50W-X8, catiônica, fortemente ácida, grupo ácido sulfônico, forma hidrogênica;

b) Dowex 50W-X8, catiônica, fortemente ácida, grupo ácido sulfônico, forma sódica;

c) Amberlite IRC-50, catiônica, fracamente ácida, grupo ácido carboxílico, forma sódica, a qual foi introduzida para funcionar como termo de comparação entre os dois experimentos, uma vez que se pre-

tendia fazer a análise conjunta, comparando-se o comportamento das resinas utilizadas nos dois experimentos.

Tanto para o experimento Nº 1 como para o Nº 2, os procedimentos tecnológicos foram os mais semelhantes possíveis. Assim é que, para cada tipo de resina, pesaram-se 5 gramas de resinas, com as quais prepararam-se as colunas para o tratamento das amostras das aguardentes.

A aguardente utilizada nos ensaios foi coletada na Destilaria São José Viegas, de Rio das Pedras, Estado de São Paulo.

Antes de passar pelas colunas de resinas, as amostras tiveram seus índices pH ajustados potenciomêtricamente aos níveis 3,0, 4,0 e 5,0 com soluções de ácido sulfúrico ou de hidróxido de sódio, de concentrações diferentes, visando a obter a mesma diluição das amostras.

Em cada coluna, tanto para o experimento Nº 1 como para o Nº 2, passaram-se 500 ml das aguardentes, em todos os índices pH acima mencionados.

O fluxo de passagem das aguardentes era de 1 a 2 ml por minuto.

Para o estudo da remoção do cobre, cada 100 ml de aguardente percolados, eram recolhidos em provetas graduadas de tampa esmerilhada, constituindo-se em cinco subamostras no total. Para o estudo da influência do tratamento da aguardente pelas resinas iônicas acima referidas, essas cinco subamostras foram reunidas em uma única.

As análises tecnológicas constaram das determinações de Pêso-Específico a 15°/15° C, Índice pH, Acidez Total, Acidez Fixa, Aldeídos, Ésteres, Alcoóis Homólogos Superiores e Furfural. Foram calculados: Grau Alcoólico em volume, Acidez Volátil e Coeficiente de Impurezas.

Pela análise estatística dos resultados obtidos nos dois experimentos, evidenciaram-se as seguintes principais conclusões:

a) Das resinas experimentadas, somente a Amberlite IR-120, forma hidrogênica, a Amberlite IR-120, forma sódica, a Dowex 50W-X8, forma hidrogênica e a Dowex 50W-X8, forma sódica, apresentaram remoção total de cobre da aguardente;

b) Geralmente, o tratamento da aguardente de cana-de-açúcar por resinas catiônicas causou um decréscimo no coeficiente de impurezas da mesma;

c) O índice pH da aguardente teve uma relativa influência no comportamento das resinas em relação aos seus componentes secundários;

d) Em virtude do comportamento diferente das resinas de um experimento para outro, impossibilitando inclusive a análise conjunta dos resultados, deve-se, em estudos futuros, levar-se em conta êsse acontecimento.

9. SUMMARY

The effect of both strongly and weakly acidic cation exchange resins, e. g., Amberlite IR-120 and Dowex 50W-X8 (strongly acidic, sulfuric type) and Amberlite IRC-50 (weakly acidic, carboxylic type), on a young cane sugar brandy, sampled shortly after distillation, was investigated.

Eighteen laboratory ion-exchange resin columns were prepared in 50 ml glass burette, of 1 cm in diameter, with the resin (10-11 ml) resting on a pad of glass wool. The resins were prepared in the sodium and hydrogen forms by treatment with sodium chloride solution or sulfuric acid solution, respectively.

Samples of young cane sugar brandy were adjusted to pH 3,0, 4,0, and 5,0, by dropwise addition of solution of sulfuric acid or sodium hydroxide, providing that same alcohol content was maintained in all the samples. These samples were then similarly treated by passing down columns of cation resin. The pH and copper content was determined in each 100 ml aliquots collected separately. Total acids, fixed acids, volatile acids, esters, aldehydes, highalcohols and furfural, were analysed on samples obtained from the mixture of all aliquots previously collected.

The following conclusions were reached from the statistical analysis of the results:

1 - Amberlite IR-120, hydrogen form, Amberlite IR-120, sodium form, Dowex 50W-X8, hydrogen form and Dowex 50W-X8, sodium form, among the studied resins, showed to be very efficient on the removal of copper from cane sugar brandy.

2 - Generally, the treatment of cane sugar brandy by cation-exchange resins caused a decrease on the amount of the components of the impurities-coefficient.

3 - Removal of copper indicates the efficiency of the proposed treatments, on improving cane sugar brandy quality, according with the accepted standard.

10. BIBLIOGRAFIA CITADA

1. ALMEIDA, Jayme Rocha de - Álcool e destilaria. Piracicaba, Nathanael dos Santos, 1940. 333p.
2. _____ et alii - Envelhecimento das aguardentes. Anais Esc. Sup. Agric. "Luiz de Queiroz", 4: 11-83, 1947.
3. AUSTERWEIL, Géza V. - Quelques méthodes d'application des échangeurs d'ions en oenologie. Inds. agric. aliment. 70: 197-207, 1953.
4. _____ & PÊCHEUR, Philippe - Application du pouvoir sélectif des échangeurs d'ions dans le traitement de certains liquides alimentaires. |Separata de C. r. hebdom. Séanc. Acad. Sci. 233: 1190-1, 1951|.
5. ASSOCIATION OF OFFICIAL AGRICULTURAL CHEMISTS - Official methods of analysis of the A.O.A.C. 9th ed. Washington, A.O.A.C., 1960. p. 108.
6. AYRES, John A. - Purification of Zirconium by ion exchange columns. J. Am. Chem. Soc., 69: 2879-81, 1947.
7. BOULLANGER, Eugenio - Destilería agricola e industrial ... Barcelona, Salvat, 1929. 2 v., p. 10, 46, 254.
8. GARINO-CANINA, E. - Demetalization of wine by ion exchangers. Annuar. Staz. Enol. sper. Asti, 3: 65-7, 1937-52. (Original não consultado; compendiado em Chem. Abstr., 48: 9013i, 1954).
9. _____ - Ion exchangers in wine making. Annuar. Staz. Enol. sper. Asti, 3: 55-62, 1937-52. (Original não consultado; compendiado em Chem. Abstr., 48: 9013h, 1954).
10. JACINTHO, Antônio Octávio - A determinação do cobre pelo método colorimétrico do dietilditiocarbamato de sódio. Tese de doutoramento. Piracicaba, Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", 1967. 82p. (mimeografada).
11. JOSLYN, M. A. & LUKTON, A. - Prevention of copper and iron turbidities in wine. Hilgardia, 22: 451-533, 1953.

12. LUCENA, Vinícius Guerreiro de - Do emprêgo do carvão na filtração da aguardente. Bras. açuc., 52(5): 333-6, 1958.
13. _____ - O problema do cobre nas aguardentes. Bras. açuc., 53(6): 406-10, 1959.
14. MCGARVEY, Francis X. et alii - Ion exchange develops as a process in the wine industry. |Separata de Am. J. Enol., 9: 168-79, 1958|.
15. ONGARO, Dante - Behavior of wine with organic ion exchangers. Riv. Vitic. Enol., 3: 277-83, 1950. (Original não consultado; compendiado em Chem. Abstr., 44: 11016d, 1950).
16. PAPPACODA, Engo - Practical results of the application of ion exchangers in wine making. Riv. Vitic. Enol., 6: 231-40, 1953. (Original não consultado; compendiado em Chem. Abstr., 47: 11650i, 1953).
17. PATO, C. M. - Effect of pH on the removal of iron and copper from wine with ion exchange resins. |Separata de Am. J. Enol. Vitic., 10: 51-5, 1959|.
18. PERCIVAL, R. W. et alii - Wine stabilization by collumnar ion exchange. J. Ass. off. agric. Chem., 41(1): 144-51, 1958.
19. PIMENTEL GOMES, Frederico - Curso de estatística experimental. 4ª ed., Piracicaba, |s.c.p.| 1969. 430p.
20. PROCÓPIO, Mário, & SPANÒ, Nello - Ion exchange in wine treatments. Riv. Vitic. Enol., 3: 381-6; 412-8, 1950. (Original não consultado; compendiado em Chem. Abstr., 45: 3989i, 1951).
21. RANKINI, B. C. - Factors influencing uptake of copper from brandy by ion-exchange resins. |Separata de J. Sci. food Agric., 12: 188-94, 1961|.
22. _____ - Treatment of wine with ion-exchange resins. |Separata de Aust. J. appl. Sci., 6(4): 529-40, 1955|.
23. _____ & BOND, R. D. - Prevention of potassium bitartrate deposition in wine by cation-exchange resins. |Separata de Aust. J. appl. Sci., 6(4): 541-9, 1955|.

24. RENTSCHLER, H. & TANNER, H. - The use of ion-exchangers for the treatment of below standar brandies. Mitt. Lebensm. Hyg., 44: 507-13, 1953. (Original não consultado; compendiado em Chem. Abstr., 48: 6072b, 1954).
25. SÃO PAULO. Instituto Adolfo Lutz - Normas analíticas do Instituto Adolfo Lutz. v.1: métodos químicos e físicos para análise de alimentos ... São Paulo, |s.d.| p. 208-15.
26. SCANDURA, Camillo, & GRASSO, Sebastiano - Acid removal from wine by anion exchangers. Riv. Vitic. Enol., 3; 17-24, 1950. (Original não consultado; compendiado em Chem. Abstr., 44: 4193e, 1950).
27. SMITH, Alan, & PERCIVAL, Robert W. - Removal of color, iron and copper from wines with exchange resins. In: Am. Soc. Enol. Meeting, Fresno (Califórnia) 1959. 16p.
28. _____ & _____ - The treatment of copper-contaminated bourbons with cation exchange resins. |Separata de J. Ass. off. agric. Chem., 43(3): 680-2, 1960|.
29. SNEDECOR, George W. - Statistical methods. 5th ed. Iowa , Iowa College Press, 1956. 534p.
30. TREVOR, John S. - Ion exchange resins. Discusses the characteristics of these substances, with special reference to their use in food industries. |Separata de Food, 18; 212-5, 1949|.
31. VILLAVECHIA, Victor - Tratado de química analítica aplicada. Version de José Estalella. 3ª ed. rev. y aumentada ... Barcelona, Gustavo Gili, 1949. v. 2, p. 318-22.

11. AGRADECIMENTOS

A realização de todo trabalho de pesquisa requer a colaboração moral e material de pessoas e organizações, as quais não poderiam ser esquecidas.

Somos gratos:

— Ao Dr. Octávio Valsechi, Professor Catedrático em Tecnologia do Açúcar e do Alcool, por ter tomado sob sua responsabilidade a orientação do presente estudo, pela revisão do texto e pelas sugestões apresentadas;

— Ao Dr. Ênio Roque de Oliveira, Professor da Disciplina "Tecnologia do Açúcar e do Alcool", pela sugestão do presente trabalho, estímulo, revisão do texto e pelas valiosas contribuições apresentadas para a elaboração do mesmo;

— Ao Dr. Décio Barbin, Professor-Assistente do Departamento de Matemática e Estatística, pelo planejamento estatístico e orientação prestada à análise estatística dos dados experimentais;

— Aos funcionários do Instituto Zimotécnico "Prof. Jayme Rocha de Almeida", Sr. Aristides Carletti, Srta. Lúcia Bombo, Dna. Eide Regitano Romanos, Srta. Lúcia Vasconcellos de Arruda Botelho e Sr. Olívio Coelho de Lacerda, pela dedicação demonstrada, superior às suas obrigações;

— Aos Srs. Diretores da Filibra Produtos Químicos Ltda. e aos da ATAG, Aparelhos para Tratamento de Água Ltda., pelo fornecimento das resinas Amberlite, e

— Aos colegas, aos funcionários e a todos aqueles que, direta ou indiretamente, contribuíram para que a elaboração dêste trabalho fôsse concluída.

QUADRO I - Resultados obtidos para a remoção do cobre da aguardente a índices pH 3,0 , 4,0 e 5,0 pela resina Amberlite IR-120 (H) -- Resina A .

AMOSTRA	SUBAMOSTRA	Índice pH 3,0		% de Remoção	Índice pH 4,0		% de Remoção	Índice pH 5,0		% de Remoção
		mg Cu/100 ml aguardente			mg Cu/100 ml aguardente			mg Cu/100 ml aguardente		
		Tratamento			Tratamento			Tratamento		
		Original	Tratada		Original	Tratada		Original	Tratada	
I	1	0,3350	0,00	100,00	0,3350	0,00	100,00	0,3350	0,00	100,00
	2	0,3350	0,00	100,00	0,3350	0,00	100,00	0,3350	0,00	100,00
	3	0,3350	0,00	100,00	0,3350	0,00	100,00	0,3350	0,00	100,00
	4	0,3350	0,00	100,00	0,3350	0,00	100,00	0,3350	0,00	100,00
	5	0,3350	0,00	100,00	0,3350	0,00	100,00	0,3350	0,00	100,00
II	1	0,3350	0,00	100,00	0,3350	0,00	100,00	0,3350	0,00	100,00
	2	0,3350	0,00	100,00	0,3350	0,00	100,00	0,3350	0,00	100,00
	3	0,3350	0,00	100,00	0,3350	0,00	100,00	0,3350	0,00	100,00
	4	0,3350	0,00	100,00	0,3350	0,00	100,00	0,3350	0,00	100,00
	5	0,3350	0,00	100,00	0,3350	0,00	100,00	0,3350	0,00	100,00
III	1	0,3350	0,00	100,00	0,3350	0,00	100,00	0,3350	0,00	100,00
	2	0,3350	0,00	100,00	0,3350	0,00	100,00	0,3350	0,00	100,00
	3	0,3350	0,00	100,00	0,3350	0,00	100,00	0,3350	0,00	100,00
	4	0,3350	0,00	100,00	0,3350	0,00	100,00	0,3350	0,00	100,00
	5	0,3350	0,00	100,00	0,3350	0,00	100,00	0,3350	0,00	100,00

QUADRO II - Resultados obtidos para a remoção do cobre da aguardente a índices pH 3,0 ,
4,0 e 5,0 pela resina Amberlite IR-120 (Na) - Resina B .

AMOSTRA	SUBAMOSTRA	Índice pH 3,0		% de Remoção	Índice pH 4,0		% de Remoção	Índice pH 5,0		% de Remoção
		mg Cu/100 ml aguardente			mg Cu/100 ml aguardente			mg Cu/100 ml aguardente		
		Tratamento			Tratamento			Tratamento		
		Original	Tratada		Original	Tratada		Original	Tratada	
I	1	0,3350	0,00	100,00	0,3350	0,00	100,00	0,3350	0,00	100,00
	2	0,3350	0,00	100,00	0,3350	0,00	100,00	0,3350	0,00	100,00
	3	0,3350	0,00	100,00	0,3350	0,00	100,00	0,3350	0,00	100,00
	4	0,3350	0,00	100,00	0,3350	0,00	100,00	0,3350	0,00	100,00
	5	0,3350	0,00	100,00	0,3350	0,00	100,00	0,3350	0,00	100,00
II	1	0,3350	0,00	100,00	0,3350	0,00	100,00	0,3350	0,00	100,00
	2	0,3350	0,00	100,00	0,3350	0,00	100,00	0,3350	0,00	100,00
	3	0,3350	0,00	100,00	0,3350	0,00	100,00	0,3350	0,00	100,00
	4	0,3350	0,00	100,00	0,3350	0,00	100,00	0,3350	0,00	100,00
	5	0,3350	0,00	100,00	0,3350	0,00	100,00	0,3350	0,00	100,00
III	1	0,3350	0,00	100,00	0,3350	0,00	100,00	0,3350	0,00	100,00
	2	0,3350	0,00	100,00	0,3350	0,00	100,00	0,3350	0,00	100,00
	3	0,3350	0,00	100,00	0,3350	0,00	100,00	0,3350	0,00	100,00
	4	0,3350	0,00	100,00	0,3350	0,00	100,00	0,3350	0,00	100,00
	5	0,3350	0,00	100,00	0,3350	0,00	100,00	0,3350	0,00	100,00

QUADRO III - Resultados obtidos para a remoção do cobre da aguardente a índices pH 3,0 ,
4,0 e 5,0 pela resina Amberlite IRC-50 (H) - Resina C .

AMOSTRA	SUBAMOSTRA	Índice pH 3,0		% de Remoção	Índice pH 4,0		% de Remoção	Índice pH 5,0		% de Remoção
		mg Cu/100 ml aguardente			mg Cu/100 ml aguardente			mg Cu/100 ml aguardente		
		Tratamento			Tratamento			Tratamento		
		Original	Tratada		Original	Tratada		Original	Tratada	
I	1	0,3350	0,2577	23,07	0,3350	0,0463	86,17	0,3350	0,0360	89,25
	2	0,3350	0,2835	15,37	0,3350	0,0463	86,17	0,3350	0,0412	87,70
	3	0,3350	0,2835	15,37	0,3350	0,0512	84,71	0,3350	0,0412	87,70
	4	0,3350	0,2835	15,37	0,3350	0,0512	84,71	0,3350	0,0412	87,70
	5	0,3350	0,2835	15,37	0,3350	0,0512	82,65	0,3350	0,0412	87,70
II	1	0,3350	0,2835	15,37	0,3350	0,0366	89,07	0,3350	0,0357	89,34
	2	0,3350	0,3092	7,70	0,3350	0,0463	86,17	0,3350	0,0412	87,70
	3	0,3350	0,3092	7,70	0,3350	0,0567	83,07	0,3350	0,0412	87,70
	4	0,3350	0,3092	7,70	0,3350	0,0567	83,07	0,3350	0,0412	87,70
	5	0,3350	0,3092	7,70	0,3350	0,0618	81,55	0,3350	0,0412	87,70
III	1	0,3350	0,2815	15,97	0,3350	0,0515	84,62	0,3350	0,0309	90,77
	2	0,3350	0,3092	7,70	0,3350	0,0468	86,02	0,3350	0,0412	87,70
	3	0,3350	0,3092	7,70	0,3350	0,0413	87,67	0,3350	0,0412	87,70
	4	0,3350	0,3092	7,70	0,3350	0,0468	86,02	0,3350	0,0412	87,70
	5	0,3350	0,3092	7,70	0,3350	0,0468	86,02	0,3350	0,0463	86,17

QUADRO IV -- Resultados obtidos para a remoção do cobre da aguardente a índices pH 3,0 ,
4,0 e 5,0 pela resina Amberlite IRC-50 (Na) - Resina D (Expte. No 1).

AMOSTRA	SUBAMOSTRA	Índice pH 3,0		% de Remoção	Índice pH 4,0		% de Remoção	Índice pH 5,0		% de Remoção
		mg Cu/100 ml aguardente			mg Cu/100 ml aguardente			mg Cu/100 ml aguardente		
		Tratamento		Remoção	Tratamento		Remoção	Tratamento		Remoção
		Original	Tratada		Original	Tratada		Original	Tratada	
I	1	0,3350	0,1546	53,85	0,3350	0,0412	87,70	0,3350	0,0257	92,23
	2	0,3350	0,3092	7,70	0,3350	0,0463	86,17	0,3350	0,0360	89,25
	3	0,3350	0,3192	4,71	0,3350	0,0463	86,17	0,3350	0,0360	89,25
	4	0,3350	0,3192	4,71	0,3350	0,0463	86,17	0,3350	0,0412	87,70
	5	0,3350	0,3192	4,71	0,3350	0,0463	86,17	0,3350	0,0412	87,70
II	1	0,3350	0,1545	53,88	0,3350	0,0412	87,70	0,3350	0,0309	90,77
	2	0,3350	0,3092	7,70	0,3350	0,0412	87,70	0,3350	0,0309	90,77
	3	0,3350	0,3195	4,62	0,3350	0,0463	86,17	0,3350	0,0360	89,25
	4	0,3350	0,3195	4,62	0,3350	0,0463	86,17	0,3350	0,0360	89,25
	5	0,3350	0,3298	1,71	0,3350	0,0512	84,71	0,3350	0,0360	89,25
III	1	0,3350	0,1599	52,26	0,3350	0,0412	87,70	0,3350	0,0433	86,95
	2	0,3350	0,3144	6,14	0,3350	0,0433	87,00	0,3350	0,0515	84,62
	3	0,3350	0,3195	4,62	0,3350	0,0412	87,70	0,3350	0,0515	84,62
	4	0,3350	0,3298	1,55	0,3350	0,0433	87,00	0,3350	0,0515	84,62
	5	0,3350	0,3298	1,55	0,3350	0,0433	87,00	0,3350	0,0515	84,62

QUADRO V - Resultados obtidos para a remoção do cobre da aguardente, a índices pH 3,0 , 4,0 , e 5,0 pela resina IRC-50 (Na) - Resina D (Expto. No 2).

AMOSTRA	SUBAMOSTRA	Índice pH 3,0			Índice pH 4,0			Índice pH 5,0		
		mg Cu/100 ml aguardente			mg Cu/100 ml aguardente			mg Cu/100 ml aguardente		
		Tratamento			Tratamento			Tratamento		
		Original	Tratada	% de Remoção	Original	Tratada	% de Remoção	Original	Tratada	% de Remoção
I	1	0,5051	0,2400	52,50	0,5051	0,0567	88,77	0,5051	0,0927	81,64
	2	0,5051	0,4639	8,15	0,5051	0,0567	88,77	0,5051	0,0979	80,64
	3	0,5051	0,4948	2,03	0,5051	0,0618	87,76	0,5051	0,0927	81,67
	4	0,5051	0,4896	3,06	0,5051	0,0567	88,77	0,5051	0,0927	81,67
	5	0,5051	0,4793	5,10	0,5051	0,0567	88,77	0,5051	0,0876	82,65
II	1	0,5051	0,2364	53,20	0,5051	0,0515	89,80	0,5051	0,0433	91,44
	2	0,5051	0,4643	8,07	0,5051	0,0825	83,64	0,5051	0,0567	88,77
	3	0,5051	0,4683	7,48	0,5051	0,0597	88,18	0,5051	0,0567	88,77
	4	0,5051	0,4805	4,87	0,5051	0,0721	85,72	0,5051	0,0824	83,68
	5	0,5051	0,4852	3,94	0,5051	0,0567	88,77	0,5051	0,0773	86,67
III	1	0,5051	0,2339	53,70	0,5051	0,0525	89,60	0,5051	0,0979	80,61
	2	0,5051	0,4735	6,25	0,5051	0,0762	84,89	0,5051	0,0927	81,64
	3	0,5051	0,4752	5,89	0,5051	0,1067	78,08	0,5051	0,0628	87,56
	4	0,5051	0,4780	5,36	0,5051	0,1067	78,08	0,5051	0,0628	87,56
	5	0,5051	0,4853	3,92	0,5051	0,1445	71,39	0,5051	0,0824	83,68

QUADRO VI - Resultados obtidos para a remoção do cobre da aguardente a índices pH 3,0, 4,0 e 5,0 pela resina Dowex 50W-X8 (H) - Resina E .

AMOSTRA	SUBAMOSTRA	Índice pH 3,0		% de Remoção	Índice pH 4,0		% de Remoção	Índice pH 5,0		% de Remoção
		mg Cu/100 ml aguardente			mg Cu/100 ml aguardente			mg Cu/100 ml aguardente		
		Tratamento			Tratamento			Tratamento		
		Original	Tratada		Original	Tratada		Original	Tratada	
I	1	0,5051	0,00	100,00	0,5051	0,00	100,00	0,5051	0,00	100,00
	2	0,5051	0,00	100,00	0,5051	0,00	100,00	0,5051	0,00	100,00
	3	0,5051	0,00	100,00	0,5051	0,00	100,00	0,5051	0,00	100,00
	4	0,5051	0,00	100,00	0,5051	0,00	100,00	0,5051	0,00	100,00
	5	0,5051	0,00	100,00	0,5051	0,00	100,00	0,5051	0,00	100,00
II	1	0,5051	0,00	100,00	0,5051	0,00	100,00	0,5051	0,00	100,00
	2	0,5051	0,00	100,00	0,5051	0,00	100,00	0,5051	0,00	100,00
	3	0,5051	0,00	100,00	0,5051	0,00	100,00	0,5051	0,00	100,00
	4	0,5051	0,00	100,00	0,5051	0,00	100,00	0,5051	0,00	100,00
	5	0,5051	0,00	100,00	0,5051	0,00	100,00	0,5051	0,00	100,00
III	1	0,5051	0,00	100,00	0,5051	0,00	100,00	0,5051	0,00	100,00
	2	0,5051	0,00	100,00	0,5051	0,00	100,00	0,5051	0,00	100,00
	3	0,5051	0,00	100,00	0,5051	0,00	100,00	0,5051	0,00	100,00
	4	0,5051	0,00	100,00	0,5051	0,00	100,00	0,5051	0,00	100,00
	5	0,5051	0,00	100,00	0,5051	0,00	100,00	0,5051	0,00	100,00

QUADRO VII - Resultados obtidos para a remoção do cobre da aguardente a índices pH 3,0, 4,0 e 5,0 pela resina Dowex 50W-X8 (Na) - Resina F .

AMOSTRA	SUBAMOSTRA	Índice pH 3,0			Índice pH 4,0			Índice pH 5,0		
		mg Cu/100 ml aguardente		% de Remoção	mg Cu/100 ml aguardente		% de Remoção	mg Cu/100 ml aguardente		% de Remoção
		Tratamento			Tratamento			Tratamento		
		Original	Tratada	Original	Tratada	Original	Tratada	Original	Tratada	
I	1	0,5051	0,00	100,00	0,5051	0,00	100,00	0,5051	0,00	100,00
	2	0,5051	0,00	100,00	0,5051	0,00	100,00	0,5051	0,00	100,00
	3	0,5051	0,00	100,00	0,5051	0,00	100,00	0,5051	0,00	100,00
	4	0,5051	0,00	100,00	0,5051	0,00	100,00	0,5051	0,00	100,00
	5	0,5051	0,00	100,00	0,5051	0,00	100,00	0,5051	0,00	100,00
II	1	0,5051	0,00	100,00	0,5051	0,00	100,00	0,5051	0,00	100,00
	2	0,5051	0,00	100,00	0,5051	0,00	100,00	0,5051	0,00	100,00
	3	0,5051	0,00	100,00	0,5051	0,00	100,00	0,5051	0,00	100,00
	4	0,5051	0,00	100,00	0,5051	0,00	100,00	0,5051	0,00	100,00
	5	0,5051	0,00	100,00	0,5051	0,00	100,00	0,5051	0,00	100,00
III	1	0,5051	0,00	100,00	0,5051	0,00	100,00	0,5051	0,00	100,00
	2	0,5051	0,00	100,00	0,5051	0,00	100,00	0,5051	0,00	100,00
	3	0,5051	0,00	100,00	0,5051	0,00	100,00	0,5051	0,00	100,00
	4	0,5051	0,00	100,00	0,5051	0,00	100,00	0,5051	0,00	100,00
	5	0,5051	0,00	100,00	0,5051	0,00	100,00	0,5051	0,00	100,00

QUADRO VIII - Resultados, em arc. sen. $\sqrt{\%}$, obtidos para a remoção de cobre da aguardente à índices pH 3,0, 4,0 e 5,0 pelas resinas C e D.

	ANOSTRAS	Arc. Sen. $\sqrt{\%}$								
		Resina C			Resina D					
		Índice pH			Índice pH			Índice pH		
		3,0	4,0	5,0	3,0	4,0	5,0	3,0	4,0	5,0
	SUBANOSTRAS									
I	1	28,66	68,19	70,81	47,18	69,47	72,64	69,47	68,19	71,09
	2	23,11	68,19	69,47	16,11	68,19	71,09	68,19	68,19	71,09
	3	23,11	66,97	69,47	12,52	68,19	69,47	68,19	68,19	69,47
	4	23,11	66,97	69,47	12,52	68,19	69,47	68,19	68,19	69,47
	5	23,11	65,42	69,47	12,52	68,19	69,47	68,19	68,19	69,47
II	1	23,11	70,72	70,91	47,24	69,47	72,34	69,47	69,47	72,34
	2	16,11	67,21	69,47	16,11	69,47	72,34	69,47	69,47	72,34
	3	16,11	65,73	69,47	12,39	69,47	70,91	67,21	67,21	70,91
	4	16,11	65,73	69,47	12,39	69,47	70,91	67,21	67,21	70,91
	5	16,11	64,67	69,47	7,27	69,47	70,91	67,05	67,05	70,91
III	1	23,58	66,89	72,34	46,32	69,47	68,78	69,47	68,87	66,89
	2	16,11	66,11	69,56	14,30	69,47	66,89	68,87	68,87	66,89
	3	16,11	69,47	69,56	12,39	69,47	66,89	69,47	69,47	66,89
	4	16,11	66,11	69,56	7,27	69,47	66,89	68,87	68,87	66,89
	5	16,11	66,11	68,19	7,27	69,47	66,89	68,87	68,87	66,89

QUADRO IX - Resultados obtidos para componentes da aguardente e coeficiente de impurezas pelo tratamento com resina Amberlite IR-120 (H) - Resina A .

Componentes		Original	Tratada	Original	Tratada	Original	Tratada
AMOSTRA I	Grau Alc.	46,60	46,00	46,60	45,80	46,60	45,90
	pH	3,00	2,95	4,00	3,70	5,00	3,80
	Acid. Total	61,80	67,82	45,06	47,05	38,67	44,34
	Acid. Fixa	21,45	22,17	2,57	3,92	1,30	1,30
	Acid. Volátil	40,35	45,65	42,49	43,13	37,37	43,04
	Aldeídos	22,03	18,24	22,03	18,51	22,03	18,81
	Ésteres	20,37	19,08	20,37	17,70	20,37	18,83
	Alc. Homol. Sup.	379,20	320,60	379,20	333,20	379,20	332,20
	Furfural	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,11
Coef. de Imp.	462,08	403,70	464,22	412,67	459,10	412,99	
AMOSTRA II	Grau Alc.	46,60	45,80	46,60	46,10	46,60	46,10
	pH	3,00	2,95	4,00	3,70	5,00	3,95
	Acid. Total	61,80	68,12	45,06	48,15	38,67	45,55
	Acid. Fixa	21,45	22,27	2,57	3,90	1,30	1,30
	Acid. Volátil	40,35	45,65	42,49	44,25	37,37	44,25
	Aldeídos	22,03	19,93	22,03	21,60	22,03	21,08
	Ésteres	20,37	17,83	20,37	16,66	20,37	17,87
	Alc. Homol. Sup.	379,20	328,60	379,20	336,40	379,20	333,40
	Furfural	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13
Coef. de Imp.	462,08	412,14	464,22	419,04	459,10	416,73	
AMOSTRA III	Grau Alc.	46,60	45,90	46,60	46,00	46,60	46,10
	pH	3,00	2,95	4,00	3,70	5,00	3,80
	Acid. Total	61,80	67,97	45,06	47,65	38,67	45,55
	Acid. Fixa	21,45	22,22	2,57	3,91	1,30	1,30
	Acid. Volátil	40,35	45,75	42,49	43,74	37,37	44,25
	Aldeídos	22,03	20,50	22,03	21,51	22,03	21,98
	Ésteres	20,37	18,91	20,37	18,83	20,37	19,78
	Alc. Homol. Sup.	379,20	327,40	379,20	320,60	379,20	339,20
	Furfural	0,13	0,13	0,13	0,12	0,13	0,11
Coef. de Imp.	462,08	412,69	464,22	404,80	459,10	425,32	

Todos os componentes acima relacionados, a exceção de Grau Alcoólico e pH, foram expressos em mg/100 ml de aguardente, considerando-a a 100° G.L..

QUADRO X - Resultados obtidos para componentes da aguardente e coeficiente de impurezas pelo tratamento com resina Amberlite IR-120 (N_a) - Resina B.

Componentes		Original	Tratada	Original	Tratada	Original	Tratada
AMOSTRA I	Grau Alc.	46,60	46,60	46,60	46,00	46,00	46,60
	pH	3,00	4,25	4,00	4,65	5,00	5,15
	Acid. Total	61,80	44,65	45,06	33,91	38,67	32,71
	Acid. Fixa	21,45	2,60	2,57	1,30	1,30	0,00
	Acid. Volátil	40,35	42,05	42,49	32,61	37,37	32,71
	Aldeídos	22,03	19,45	22,03	18,27	22,03	19,10
	Ésteres	20,37	19,88	20,37	16,74	20,37	17,18
	Alc. Homol. Sup.	379,20	303,00	379,20	343,80	379,20	314,80
	Furfural	0,13	0,12	0,13	0,11	0,13	0,12
Coef. de Imp.	462,08	384,50	464,22	411,53	459,10	383,91	
AMOSTRA II	Grau Alc.	46,60	46,10	46,60	45,80	46,60	46,00
	pH	3,00	3,95	4,00	4,65	5,00	5,05
	Acid. Total	61,80	44,55	45,06	34,06	38,67	33,96
	Acid. Fixa	21,40	2,60	2,57	1,30	1,30	0,00
	Acid. Volátil	40,35	41,95	42,49	32,75	37,37	33,96
	Aldeídos	22,03	19,45	22,03	18,27	22,03	19,97
	Ésteres	20,37	18,83	20,37	18,98	20,37	18,55
	Alc. Homol. Sup.	379,20	307,00	379,20	344,20	379,20	314,40
	Furfural	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13
Coef. de Imp.	462,08	387,36	464,22	414,33	459,10	387,01	
AMOSTRA III	Grau Alc.	46,60	46,10	46,60	46,00	46,60	46,00
	pH	3,00	4,25	4,00	4,65	5,00	5,15
	Acid. Total	61,80	44,34	45,06	35,21	38,67	33,91
	Acid. Fixa	21,45	2,60	2,57	1,30	1,30	0,00
	Acid. Volátil	40,35	41,74	42,49	33,91	37,37	33,91
	Aldeídos	22,03	21,10	22,03	21,00	22,03	20,20
	Ésteres	20,37	18,72	20,37	16,61	20,37	16,75
	Alc. Homol. Sup.	379,20	307,60	379,20	338,00	379,20	320,00
	Furfural	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,12
Coef. de Imp.	462,08	389,29	464,22	409,65	459,10	390,98	

Todos os componentes acima relacionados, a exceção de Grau Alcoólico e pH, foram expressos em mg/100 ml de aguardente, considerando-a a 100° G.L.

QUADRO XI - Resultados obtidos para componentes da aguardente e coeficiente de impurezas pelo tratamento com resina Amberlite IRC-50 (H) - Resina C .

Componentes		Original	Tratada	Original	Tratada	Original	Tratada
AMOSTRA I	Grau Alc.	46,60	46,00	46,60	45,90	46,60	45,80
	pH	3,00	3,00	4,00	3,90	5,00	4,80
	Acid. Total	61,80	65,21	45,06	43,13	38,67	40,61
	Acid. Fixa	21,45	22,17	2,57	3,98	1,30	1,30
	Acid. Volátil	40,35	43,04	42,49	39,15	37,37	39,31
	Aldeídos	22,03	19,56	22,03	19,10	22,03	19,81
	Ésteres	20,37	16,74	20,37	16,87	20,37	16,66
	Alc. Homol. Sup.	379,20	338,00	379,20	328,00	379,20	335,00
	Furfural	0,13	0,12	0,13	0,12	0,13	0,10
Coef. de Imp.	462,08	417,46	464,22	403,24	459,10	410,88	
AMOSTRA II	Grau Alc.	46,60	45,80	46,60	45,70	46,60	45,90
	pH	3,00	3,00	4,00	3,90	5,00	4,85
	Acid. Total	61,80	65,50	45,06	44,63	38,67	40,26
	Acid. Fixa	21,45	22,27	2,57	3,98	1,30	1,30
	Acid. Volátil	40,35	43,23	42,49	39,15	37,37	38,96
	Aldeídos	22,03	21,01	22,03	21,45	22,03	20,17
	Ésteres	20,37	16,87	20,37	16,84	20,37	16,50
	Alc. Homol. Sup.	379,20	334,60	379,20	322,40	379,20	326,00
	Furfural	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13
Coef. de Imp.	462,08	415,84	464,22	399,97	459,10	401,76	
AMOSTRA III	Grau Alc.	46,60	46,10	46,60	45,90	46,60	45,80
	pH	3,00	3,00	4,00	3,90	5,00	4,80
	Acid. Total	61,80	64,77	45,07	43,13	38,67	40,61
	Acid. Fixa	21,45	22,11	2,57	3,61	1,30	1,30
	Acid. Volátil	40,35	42,66	42,49	39,52	37,37	39,31
	Aldeídos	22,03	20,63	22,03	19,96	22,03	21,24
	Ésteres	20,37	16,66	20,37	16,81	20,37	16,87
	Alc. Homol. Sup.	379,20	333,20	379,20	333,20	379,20	327,00
	Furfural	0,13	0,11	0,13	0,12	0,13	0,13
Coef. de Imp.	462,08	413,26	464,22	409,61	459,10	404,55	

Todos os componentes acima relacionados, a exceção de Grau Alcoólico e pH, foram expressos em mg/100 ml de aguardente considerando-a a 100° G.L..

QUADRO XIII - Resultados obtidos para componentes da aguardente e coeficiente de impurezas pelo tratamento com resina Amberlite IRC-50 (Na) - Resina D.

Componentes		Original	Tratada	Original	Tratada	Original	Tratada
AMOSTRA I	Grau Alc.	46,60	46,00	46,60	46,10	46,10	45,80
	pH	3,00	3,55	4,00	4,65	4,65	5,20
	Acid. Total	61,80	58,69	45,06	38,97	38,67	30,13
	Acid. Fixa	21,45	16,95	2,57	1,30	1,30	0,00
	Acid. Volátil	40,35	41,74	42,49	37,67	37,37	30,13
	Aldeídos	22,03	20,53	22,03	21,35	22,03	19,34
	Ésteres	20,37	16,88	20,37	16,45	16,45	16,60
	Alc. Homol. Sup.	379,20	327,80	379,20	354,40	354,40	365,40
	Furfural	0,13	0,12	0,13	0,13	0,13	0,11
Coef. de Imp.	462,08	407,07	464,22	430,00	459,10	431,58	
AMOSTRA II	Grau Alc.	46,60	45,90	46,60	45,90	46,60	46,10
	pH	3,00	3,25	4,00	4,60	5,00	5,25
	Acid. Total	61,80	58,82	45,06	39,21	38,67	29,93
	Acid. Fixa	21,45	16,99	2,57	1,30	1,30	0,00
	Acid. Volátil	40,35	41,83	42,49	37,91	37,37	29,93
	Aldeídos	22,03	20,93	22,03	19,96	22,03	21,08
	Ésteres	20,37	17,86	20,37	16,46	20,37	16,66
	Alc. Homol. Sup.	379,20	326,60	379,20	356,20	379,20	359,00
	Furfural	0,13	0,12	0,13	0,12	0,13	0,13
Coef. de Imp.	462,08	407,34	464,22	430,65	459,10	426,80	
AMOSTRA III	Grau Alc.	46,60	45,90	46,60	46,00	46,60	46,10
	pH	3,00	3,55	4,00	4,65	5,00	5,20
	Acid. Total	61,80	59,13	45,06	39,13	38,67	29,83
	Acid. Fixa	21,45	16,99	2,57	1,30	1,30	0,00
	Acid. Volátil	40,35	42,14	42,49	37,83	37,37	29,83
	Aldeídos	22,03	20,63	22,03	20,10	22,03	20,00
	Ésteres	20,37	17,86	20,37	16,83	20,37	17,70
	Alc. Homol. Sup.	379,20	327,40	379,20	355,20	379,20	360,20
	Furfural	0,13	0,12	0,13	0,12	0,13	0,13
Coef. de Imp.	462,08	408,15	464,22	430,08	459,10	427,86	

Todos os componentes acima relacionados, a exceção de Grau Alcoólico e pH, foram expressos em mg/100 ml de aguardente considerando-a a 100° G.L..

QUADRO XIII - Resultados obtidos para componentes da aguardente e coeficiente de impurezas pelo tratamento com a resina Amberlite IRC-50 (N_a) - Resina D (Expt^o. N^o 2).

Componentes		Original	Tratada	Original	Tratada	Original	Tratada
AMOSTRA I	Grau Alc.	46,80	45,90	46,80	46,10	46,80	46,00
	pH	3,00	3,45	4,00	4,45	5,00	5,20
	Acid. Total	61,85	57,95	45,10	38,70	38,68	30,20
	Acid. Fixa	20,72	18,07	2,56	1,30	1,28	0,00
	Acid. Volátil	41,13	39,88	42,54	37,40	37,40	30,20
	Aldeídos	17,64	15,68	17,64	15,50	17,64	16,15
	Ésteres	22,23	18,70	22,23	18,35	22,23	18,03
	Alc. Homol. Sup.	459,00	387,00	459,00	418,70	459,00	407,30
	Furfural	0,07	0,05	0,07	0,05	0,07	0,06
Coef. de Imp.	540,07	457,31	541,48	486,00	536,34	471,74	
AMOSTRA II	Grau Alc.	46,80	45,90	46,80	45,90	46,80	45,90
	pH	3,00	3,40	4,00	4,40	5,00	5,10
	Acid. Total	61,85	58,79	45,10	39,15	38,68	29,95
	Acid. Fixa	20,72	19,91	2,56	1,30	1,28	0,00
	Acid. Volátil	41,13	38,88	42,54	37,85	37,40	29,95
	Aldeídos	17,64	17,62	17,64	15,79	17,64	16,02
	Ésteres	22,23	16,71	22,23	19,91	22,23	15,61
	Alc. Homol. Sup.	459,00	359,20	459,00	428,00	459,00	422,60
	Furfural	0,07	0,05	0,07	0,04	0,07	0,06
Coef. de Imp.	540,07	432,46	541,48	501,59	536,34	474,24	
AMOSTRA III	Grau Alc.	46,80	46,00	46,80	46,10	46,80	46,10
	pH	3,00	3,50	4,00	4,40	5,00	5,15
	Acid. Total	61,85	59,20	45,10	39,85	38,68	30,10
	Acid. Fixa	20,72	19,97	2,56	1,30	1,28	0,00
	Acid. Volátil	41,13	39,23	42,54	38,55	37,40	30,10
	Aldeídos	17,64	17,44	17,64	16,45	17,64	16,30
	Ésteres	22,23	14,65	22,23	15,61	22,23	16,66
	Alc. Homol. Sup.	459,00	330,60	459,00	411,40	459,00	392,00
	Furfural	0,07	0,06	0,07	0,05	0,07	0,06
Coef. de Imp.	540,07	401,98	541,48	482,06	536,34	455,12	

Todos os componentes acima relacionados, a exceção de Grau Alcoólico e pH, foram expressos em mg/100 ml de aguardente, considerando-a a 100° G.L..

QUADRO XIV - Resultados obtidos para componentes da aguardente e coeficiente de impurezas pelo tratamento com resina Dowex 50W-X8 (H) - Resina E.

Componentes		Original	Tratada	Original	Tratada	Original	Tratada
AMOSTRA I	Grau Alc.	46,80	46,80	46,80	45,90	46,80	45,80
	pH	3,00	3,00	4,00	3,70	5,00	3,80
	Acid. Total	61,85	68,02	45,10	46,90	38,68	43,84
	Acid. Fixa	20,72	23,42	2,56	2,60	1,28	0,00
	Acid. Volátil	41,13	44,60	42,54	43,99	37,40	43,84
	Aldeídos	17,64	16,18	17,64	15,57	17,64	15,17
	Ésteres	22,23	15,87	22,23	20,92	22,23	12,65
	Alc. Homol. Sup.	459,00	418,20	459,00	399,40	459,00	348,60
	Furfural	0,07	0,06	0,07	0,06	0,07	0,05
Coef. de Imp.	540,07	494,91	541,48	479,94	536,34	420,31	
AMOSTRA II	Grau Alc.	46,80	45,90	46,80	45,90	46,80	45,80
	pH	3,00	2,95	4,00	3,60	5,00	3,80
	Acid. Total	61,85	66,90	45,10	46,27	38,68	44,41
	Acid. Fixa	20,72	23,42	2,56	2,61	1,28	0,00
	Acid. Volátil	41,13	43,48	42,54	43,66	37,40	44,41
	Aldeídos	17,64	16,70	17,64	17,63	17,64	17,60
	Ésteres	22,23	17,39	22,23	22,06	22,23	12,23
	Alc. Homol. Sup.	459,00	400,40	459,00	357,80	459,00	346,20
	Furfural	0,07	0,04	0,07	0,05	0,07	0,06
Coef. de Imp.	540,07	478,01	541,48	441,20	536,34	420,49	
AMOSTRA III	Grau Alc.	46,80	45,90	46,80	46,10	46,80	46,00
	pH	3,00	2,95	4,00	3,60	5,00	3,75
	Acid. Total	61,85	66,90	45,10	46,99	38,68	43,90
	Acid. Fixa	20,72	23,42	2,56	2,60	1,28	0,00
	Acid. Volátil	41,13	43,48	42,54	44,39	37,40	43,90
	Aldeídos	17,64	16,70	17,64	17,64	17,64	16,64
	Ésteres	22,23	17,39	22,23	17,25	22,23	15,69
	Alc. Homol. Sup.	459,00	400,40	459,00	423,80	459,00	364,60
	Furfural	0,07	0,04	0,07	0,05	0,07	0,06
Coef. de Imp.	540,07	478,01	541,48	503,13	536,34	440,89	

Todos os componentes acima relacionados, a exceção de Grau Alcoólico e pH, foram expressos em mg/100 ml de aguardente, considerando-a a 100° G.L..

QUADRO XV - Resultados obtidos para componentes da aguardente e coeficiente de impurezas pelo tratamento com resina Dowex 50W-X8 (N₂) - Resina F .

Componentes		Original	Tratada	Original	Tratada	Original	Tratada
AMOSTRA I	Grau Alc.	46,80	46,10	46,80	46,10	46,80	45,90
	pH	3,00	4,25	4,00	4,50	5,00	5,00
	Acid. Total	61,85	44,55	45,10	38,28	38,68	33,91
	Acid. Fixa	20,72	1,30	2,56	0,00	1,28	0,00
	Acid. Volátil	41,13	43,25	42,54	38,38	37,40	33,91
	Aldeídos	17,64	16,07	17,64	16,07	17,64	16,25
	Ésteres	22,23	16,90	22,23	16,53	22,23	16,81
	Alc. Homol. Sup.	459,00	406,00	459,00	360,00	459,00	390,00
	Furfural	0,07	0,06	0,07	0,04	0,07	0,05
	Coef. de Imp.	540,07	482,28	541,48	431,02	536,34	457,02
AMOSTRA II	Grau Alc.	46,80	45,90	46,80	46,00	46,80	46,00
	pH	3,00	4,10	4,00	4,55	5,00	5,00
	Acid. Total	61,85	44,65	45,10	36,41	38,68	34,99
	Acid. Fixa	20,72	1,30	2,56	0,00	1,28	0,00
	Acid. Volátil	41,13	43,35	42,54	36,41	37,40	34,99
	Aldeídos	17,64	16,46	17,64	15,63	17,64	17,00
	Ésteres	22,23	17,11	22,23	16,74	22,23	16,74
	Alc. Homol. Sup.	459,00	380,00	459,00	337,80	459,00	400,80
	Furfural	0,07	0,06	0,07	0,05	0,07	0,06
	Coef. de Imp.	540,07	456,98	541,48	406,63	536,34	469,59
AMOSTRA III	Grau Alc.	46,80	45,80	46,80	46,10	46,80	46,00
	pH	3,00	4,15	4,00	4,60	5,00	5,00
	Acid. Total	61,85	44,50	45,10	37,18	38,68	34,99
	Acid. Fixa	20,72	1,30	2,56	0,00	1,28	0,00
	Acid. Volátil	41,13	43,20	42,54	37,18	37,40	34,99
	Aldeídos	17,64	16,40	17,64	17,00	17,64	16,53
	Ésteres	22,23	14,85	22,23	13,53	22,23	14,65
	Alc. Homol. Sup.	459,00	388,40	459,00	402,40	459,00	400,80
	Furfural	0,07	0,05	0,07	0,05	0,07	0,06
	Coef. de Imp.	540,07	462,90	541,48	470,16	536,34	467,03

Todos os componentes acima relacionados, a exceção de Grau Alcoólico e pH, foram expressos em mg/100 ml de aguardente considerando-a a 100° G.L..

QUADRO XVI - Resultados, em arc. sen. $\sqrt{\%}$, obtidos para componentes e coeficiente de impurezas da aguardente pelo tratamento com a resina A .

Componentes da aguardente		Arc. Sen. $\sqrt{\%}$		
		ÍNDICE pH		
		3,0	4,0	5,0
AMOSTRA I	Acid. Volátil [¶]	1,13	1,01	1,15
	Aldeídos	23,73	23,58	22,46
	Ésteres	14,54	21,30	16,00
	Alc. Homol. Sup.	23,19	20,36	20,62
	Furfural	0,00	0,00	0,00
	Coef. de Imp.	20,79	19,64	18,63
AMOSTRA II	Acid. Volátil [¶]	1,13	1,04	1,18
	Aldeídos	17,95	8,13	11,97
	Ésteres	20,70	25,25	20,44
	Alc. Homol. Sup.	21,39	19,64	20,36
	Furfural	0,00	0,00	0,00
	Coef. de Imp.	21,05	18,15	18,24
AMOSTRA III	Acid. Volátil [¶]	1,13	1,03	1,18
	Aldeídos	15,23	8,91	2,56
	Ésteres	15,56	16,00	9,81
	Alc. Homol. Sup.	21,72	23,19	19,00
	Furfural	0,00	0,00	0,00
	Coef. de Imp.	19,09	20,96	15,89

¶ Os dados de acidez volátil representam a relação entre o teor de acidez volátil na aguardente tratada e na aguardente original.

QUADRO XVII - Resultados, em arc. sen. $\sqrt{\%}$, obtidos para componentes e coeficiente de impurezas da aguardente pelo tratamento com a resina B.

Componentes da aguardente		Arc. Sen. $\sqrt{\%}$		
		ÍNDICE pH		
		3,0	4,0	5,0
AMOSTRA I	Acid. Volátil [✽]	1,04	0,77	0,88
	Aldeídos	20,00	24,43	21,30
	Ésteres	8,91	24,95	20,88
	Alc. Homol. Sup.	26,64	17,76	22,30
	Furfural	0,00	0,00	0,00
	Coef. de Imp.	24,04	19,93	24,12
AMOSTRA II	Acid. Volátil [✽]	1,04	0,77	0,91
	Aldeídos	20,09	24,43	17,85
	Ésteres	16,00	15,12	17,36
	Alc. Homol. Sup.	25,77	17,66	24,43
	Furfural	0,00	0,00	0,00
	Coef. de Imp.	24,88	18,63	23,66
AMOSTRA III	Acid. Volátil [✽]	1,03	0,80	0,91
	Aldeídos	11,83	12,52	16,74
	Ésteres	16,54	25,48	24,88
	Alc. Homol. Sup.	25,77	19,19	23,26
	Furfural	0,00	0,00	0,00
	Coef. de Imp.	23,42	20,09	24,73

✽ Os dados de acidez volátil representam a relação entre o teor de acidez volátil na aguardente tratada e na original.

QUADRO XVIII - Resultados, em arc. sen. $\sqrt{\%}$, obtidos para componentes e coeficiente de impurezas da aguardente pelo tratamento com a resina C.

Componentes da aguardente		Arc. Sen. $\sqrt{\%}$		
		ÍNDICE pH		
		3,0	4,0	5,0
AMOSTRA I	Acid. Volátil [Ⓜ]	1,07	0,92	1,05
	Aldeídos	19,91	21,39	18,53
	Ésteres	24,88	24,50	25,25
	Alc. Homol. Sup.	19,28	21,56	20,00
	Furfural	16,11	16,11	28,73
	Coef. de Imp.	18,15	19,19	19,19
AMOSTRA II	Acid. Volátil [Ⓜ]	1,07	0,92	1,04
	Aldeídos	12,52	9,28	16,85
	Ésteres	24,50	24,58	25,84
	Alc. Homol. Sup.	20,09	22,79	21,97
	Furfural	0,00	0,00	0,00
	Coef. de Imp.	18,44	21,56	20,79
AMOSTRA III	Acid. Volátil [Ⓜ]	1,06	0,93	1,05
	Aldeídos	14,65	17,85	11,54
	Ésteres	25,25	24,73	24,50
	Alc. Homol. Sup.	20,36	20,36	21,81
	Furfural	23,11	23,11	23,11
	Coef. de Imp.	19,00	20,09	20,44

Ⓜ Os dados de acidez volátil representam a relação entre o teor de acidez volátil na aguardente tratada e na aguardente original.

QUADRO XIX - Resultados, em arc. sen. $\sqrt{\%}$, obtidos para componentes e coeficiente de impurezas da aguardente pelo tratamento com a resina D (Expt^o. N^o 1)

Componentes da aguardente		Arc. Sen. $\sqrt{\%}$		
		ÍNDICE pH		
		3,0	4,0	5,0
AMOSTRA I	Acid. Volátil [Ⓜ]	1,03	0,89	0,81
	Aldeídos	15,00	10,14	20,44
	Ésteres	24,50	25,93	25,10
	Alc. Homol. Sup.	21,64	14,89	14,54
	Furfural	16,11	16,11	23,11
	Coef. de Imp.	20,70	16,64	14,89
AMOSTRA II	Acid. Volátil [Ⓜ]	1,04	0,89	0,80
	Aldeídos	17,95	21,89	11,97
	Ésteres	21,81	25,99	25,25
	Alc. Homol. Sup.	21,89	14,42	13,31
	Furfural	16,11	16,11	-
	Coef. de Imp.	20,18	16,32	15,79
AMOSTRA III	Acid. Volátil [Ⓜ]	1,04	0,89	0,80
	Aldeídos	14,65	11,83	17,56
	Ésteres	20,53	24,65	21,22
	Alc. Homol. Sup.	21,72	14,42	12,92
	Furfural	16,11	16,11	-
	Coef. de Imp.	19,91	16,85	15,56

Ⓜ Os dados de acidez volátil representam a relação entre o teor de acidez volátil na aguardente tratada e na aguardente original.

QUADRO XX - Resultados, em arc. sen. $\sqrt{\%}$, obtidos para componentes e coeficiente de impurezas da aguardente pelo tratamento com a resina Amberlite IRC-50 (N_a) - Resina D. (Expt^o. Nº 2).

Componentes da aguardente		Arc. Sen. $\sqrt{\%}$		
		ÍNDICE pH		
		3,0	4,0	5,0
AMOSTRA I	Acid. Volátil ^h	0,96	0,87	0,80
	Aldeídos	19,46	20,36	16,35
	Ésteres	23,50	24,65	25,77
	Alc. Homol. Sup.	23,34	17,26	19,55
	Furfural	32,33	32,33	22,14
	Coef. de Imp.	23,03	18,63	25,48
AMOSTRA II	Acid. Volátil ^h	0,94	0,88	0,80
	Aldeídos	6,02	18,91	17,66
	Ésteres	29,67	18,91	33,71
	Alc. Homol. Sup.	27,83	14,54	16,43
	Furfural	32,33	40,92	22,22
	Coef. de Imp.	26,60	15,62	17,95
AMOSTRA III	Acid. Volátil ^h	0,95	0,90	0,80
	Aldeídos	1,72	15,12	16,00
	Ésteres	35,73	36,09	30,07
	Alc. Homol. Sup.	31,95	16,64	22,46
	Furfural	22,22	32,33	22,22
	Coef. de Imp.	30,46	19,28	17,76

^h Os dados de acidez volátil representam a relação entre o teor de acidez volátil na aguardente tratada e na aguardente original.

QUADRO XXI - Resultados, em arc. sen. $\sqrt{\%}$, obtidos para componentes e coeficiente de impurezas da aguardente pelo tratamento com a resina E.

Componentes da aguardente		Arc. Sen. $\sqrt{\%}$		
		INDICE pH		
		3,0	4,0	5,0
AMOSTRA I	Acid. Volátil ^H	1,08	1,03	1,17
	Aldeídos	16,74	20,00	21,95
	Ésteres	32,33	14,06	41,03
	Alc. Homol. Sup.	17,36	21,13	30,72
	Furfural	22,22	22,22	32,33
	Coef. de Imp.	16,85	19,55	29,00
AMOSTRA II	Acid. Volátil ^H	1,06	1,03	1,19
	Aldeídos	13,31	1,81	2,56
	Ésteres	27,83	5,13	42,13
	Alc. Homol. Sup.	20,88	27,97	31,18
	Furfural	40,92	32,14	32,14
	Coef. de Imp.	19,82	25,77	27,69
AMOSTRA III	Acid. Volátil ^H	1,09	1,04	1,17
	Aldeídos	8,53	0,00	13,81
	Ésteres	35,61	28,25	26,85
	Alc. Homol. Sup.	18,63	16,11	26,99
	Furfural	22,22	32,14	32,14
	Coef. de Imp.	19,55	28,18	24,95

* Os dados de acidez volátil representam a relação entre o teor de acidez volátil na aguardente tratada e na aguardente original.

QUADRO XXII - Resultados, em arc. sen. $\sqrt{\%}$, obtidos para componentes e coeficiente de impurezas da aguardente pelo tratamento com a resina F.

Componentes da aguardente		Arc. Sen. $\sqrt{\%}$		
		INDICE pH		
		3,0	4,0	5,0
AMOSTRA I	Acid. Volátil ^h	1,05	0,90	0,91
	Aldeídos	15,34	10,94	14,54
	Ésteres	35,18	38,70	35,73
	Alc. Homol. Sup.	23,11	20,53	20,88
	Furfural	32,33	32,33	22,22
	Coef. de Imp.	24,35	28,11	29,40
AMOSTRA II	Acid. Volátil ^h	1,05	0,86	0,94
	Aldeídos	17,36	17,36	16,32
	Ésteres	29,00	40,40	29,53
	Alc. Homol. Sup.	19,82	27,69	22,79
	Furfural	32,14	40,92	32,14
	Coef. de Imp.	19,09	28,66	20,88
AMOSTRA III	Acid. Volátil ^h	1,05	0,87	0,94
	Aldeídos	15,00	19,73	10,47
	Ésteres	28,66	29,87	29,80
	Alc. Homol. Sup.	24,50	29,47	20,88
	Furfural	22,22	32,14	22,22
	Coef. de Imp.	22,22	21,22	19,64

^h Os dados de acidez volátil representam a relação entre o teor de acidez volátil na aguardente tratada e na aguardente original.

QUADRO XXIII - Resultados Obtidos para o "teste F" e para o coeficiente de variação dos dados de remoção de cobre, referentes a cinco subamostras de aguardente tratadas pelas resinas C e D.

Subamostra	Valôres de "F" Índice pH	Valôres de "F" para Resinas dentro de Índice pH			C. V. (%)
		3,0	4,0	5,0	
		1	784,93 ^{***}	273,04 ^{***}	
2	1.469,72 ^{***}	5,16 ^{***}	0,11	0,01	3,72
3	1.250,43 ^{***}	11,91 ^{***}	0,03	0,0003	4,29
4	1.353,91 ^{***}	21,00 ^{***}	0,12	0,006	4,09
5	1.402,26 ^{***}	31,79 ^{***}	0,25	0,00007	4,11

*** Significância ao nível 1% de probabilidade.

QUADRO XXIV - Resultados obtidos para as médias, para os erros padrões das médias e para as diferenças mínimas significativas (teste de Tukey) do Índice pH e da Interação Resinas x Índice pH, dos dados de remoção de cobre, referentes a cinco subamostras de aguar dente, tratadas pelas resinas C e D, nos pH 3,0, 4,0 e 5,0.

Subamostra	MÉDIAS ^{**}					S (âm)	d.m.s.	MÉDIAS ^{**}					S (âm)
	Índice pH							Interação Resina x Índice pH ^{***}					
	3	4	5	4	5			<u>C</u> ₋₃	<u>D</u> ₋₃	<u>C</u> ₋₄	<u>D</u> ₋₄	<u>C</u> ₋₅	
1	36,01	69,03	71,30	0,71	2,74	25,11	46,91	68,60	69,43	71,35	71,25	1,00	
2	16,98	68,01	69,30	0,78	3,04	18,44	15,50	68,84	68,84	69,50	70,10	1,10	
3	15,54	67,84	69,57	0,89	3,37	18,44	12,43	68,29	68,29	69,50	69,63	1,26	
4	14,59	67,18	69,30	0,84	3,26	18,44	10,72	68,02	68,02	69,50	69,09	1,76	
5	13,73	66,72	69,10	0,83	3,24	18,44	9,02	68,03	68,03	69,03	69,09	1,18	

* As médias, os erros padrões das médias e d.m.s. foram expressos em arc. sen. $\sqrt{\%}$, segundo tabela de SNEDECOR (29)

*** C₋₃, D₋₃, C₋₄, D₋₄ e C₋₅, D₋₅ significam, respectivamente, as resinas C e D dentro dos índices pH 3,0, 4,0 e 5,0.

QUADRO XXV - Resultados obtidos para o teste "F" e para o coeficiente de variação dos dados de componentes e coeficiente de impurezas pelo tratamento com as resinas A, B, C e D, (Expte. Nº 1), D, E e F, (Expte. Nº 2).

Componentes da aguardente	Experimento Nº 1				Experimento Nº 2				C.V. %	
	Valôres para "F" de Índice pH	Valôres de "F" para Resinas dentro de Índice pH			Valôres para "F" de Índice pH	Valôres de "F" para Resinas dentro de Índice pH				C.V. %
		3,0	4,0	5,0		3,0	4,0	5,0		
Acid. Volátil	793,75 ^{***}	58,08 ^{***}	309,89 ^{***}	781,56 ^{***}	101,81 ^{***}	66,06 ^{***}	116,13 ^{***}	565,40 ^{***}	1,41	
Aldeídos	0,182	1,16	0,182	0,662	0,228	-	-	-	42,17	
Ésteres	3,43	6,21 ^{***}	1,21	4,63 ^{***}	2,04	0,0804	6,41 ^{***}	0,758	23,45	
Alc. Homol. Sup.	43,50 ^{***}	19,93 ^{***}	30,73 ^{***}	52,50 ^{***}	1,09	4,89 ^{***}	6,04 ^{***}	7,28 ^{***}	15,24	
Furfural	-	-	-	-	4,80 ^{***}	-	-	-	15,15	
Coef. de Imp.	19,96 ^{***}	19,47 ^{***}	9,38 ^{***}	49,75 ^{***}	0,245	3,48	4,05 ^{***}	2,53	16,20	

* Significância ao nível de 5% de probabilidade.

** Significância ao nível de 1% de probabilidade.

QUADRO XXVI - Resultados obtidos para as médias em arc. sen. $\sqrt{\%}$, para os erros padrões das médias e para as diferenças mínimas significativas dos dados dos componentes e do coeficiente de impurezas da aguardente, tratada pelas resinas A, B, C e D, dentro do índice pH 3,0 (Expts. Nº 1).

Componentes da aguardente	Resinas dentro de Índice pH 3,0				S(âm)	d.m.s.
	<u>A</u> ₃	<u>B</u> ₃	<u>C</u> ₃	<u>D</u> ₃		
Acid. Volátil	1,13 (13,21)	1,04 (4,69)	1,07 (6,50)	1,04 (3,84)	0,0058	0,02272
Aldeídos	18,97 (11,20)	17,30 (9,21)	15,41 (7,53)	15,86 (7,85)	2,73	-
Ésteres	16,93 (8,65)	13,82 (6,02)	24,88 (17,73)	22,28 (13,22)	2,01	7,90
Alc. Homol. Sup.	22,10 (14,16)	26,06 (19,30)	19,91 (11,62)	21,75 (13,70)	0,58	2,28
Furfural	- (0,0)	- (2,56)	- (7,69)	- (7,69)	-	-
Coef. de Imp.	20,31 (11,38)	24,11 (16,26)	18,53 (10,08)	20,26 (11,81)	0,53	2,10

Obs.: a) Os dados entre parênteses representam as médias em porcentagem de absorção;

b) A acidez volátil está expressa em unidades da acidez original;

c) A₃, B₃, C₃ e D₃ significam respectivamente as resinas A, B, C e D, dentro do índice pH 3,0.

QUADRO XXVII - Resultados obtidos para as médias em arc. sen. $\sqrt{\%}$, para os erros padrões das médias e para as diferenças mínimas significativas dos dados dos componentes e do coeficiente de impurezas da aguardente, tratada pelas resinas A, B, C e D, dentro do índice pH 4,0 (Expt^o. N^o 1).

Componentes da aguardente	Resinas dentro de Índice pH 4,0				S(m)	d.m.s.
	<u>A</u> ₄	<u>B</u> ₄	<u>C</u> ₄	<u>D</u> ₄		
Acid. Volátil	1,03 (2,86)	0,78 (22,16)	0,92 (7,56)	0,89 (11,50)	0,0058	1,02
Aldeídos	13,54 (6,77)	20,34 (12,94)	16,17 (8,44)	14,62 (7,10)	2,73	-
Esteres	20,85 (12,97)	21,85 (14,36)	24,60 (17,32)	25,52 (18,61)	2,01	7,90
Alc. Homol. Sup.	21,06 (12,96)	18,20 (9,79)	21,57 (13,56)	14,58 (6,30)	0,58	2,28
Furfural	-	-	-	-	-	-
Coef. de Imp.	19,58 (11,12)	19,55 (11,30)	20,58 (12,85)	16,60 (7,32)	0,53	2,10

Obs.: a) Os dados entre parênteses representam as médias em porcentagem de absorção;

b) A acidez volátil está expressa em unidades da acidez original;

c) A₄, B₄, C₄ e D₄ significam respectivamente as resinas A, B, C e D, dentro do índice pH 4,0.

QUADRO XXVIII - Resultados obtidos para as médias em arc. sen. \sqrt{V} , para os erros padrões das médias e para as diferenças mínimas significativas dos dados componentes e do coeficiente de impurezas da aguardente tratada pelas resinas A, B, C e D, dentro do índice pH 5,0 (Expt^o N^o 1).

Componentes da aguardente	Resinas dentro de Índice pH 5,0				S(m)	d.m.s.
	<u>A</u> ₅	<u>B</u> ₅	<u>C</u> ₅	<u>D</u> ₅		
Acid. Volátil	1,17 (17,32)	0,90 (10,28)	1,05 (5,19)	0,80 (21,06)	0,0058	1,02
Aldeídos	12,33 (6,35)	18,63 (10,27)	15,64 (7,51)	16,65 (8,57)	2,73	-
Ésteres	15,42 (7,55)	21,04 (13,10)	25,20 (18,12)	23,86 (16,44)	2,01	7,90
Alc. Homol. Sup.	19,99 (11,69)	23,33 (16,67)	21,56 (13,16)	13,59 (5,53)	0,58	2,28
Furfural	- (10,25)	- (7,70)	- (7,70)	- (5,12)	-	-
Coef. de Imp.	17,55 (9,00)	24,17 (15,15)	20,14 (11,75)	15,41 (6,74)	0,53	2,10

Obs.: a) Os dados entre parênteses representam as médias em porcentagem de absorção;

b) A acidez volátil está expressa em unidades da acidez original;

c) A₅, B₅, C₅ e D₅ significam respectivamente as resinas A, B, C e D, dentro do índice pH 5,0.

QUADRO XXIX - Resultados obtidos para as médias em arc. sen. $\sqrt{\%}$, para os erros padrões das médias e para as diferenças mínimas significativas dos dados dos componentes e do coeficiente de impurezas da aguardente tratada pelas resinas D, E e F, dentro do índice pH 3,0 (Expto. Nº 2).

Componentes da aguardente	Resinas dentro de Índice pH 3,0			S (m)	d.m.s.
	<u>D</u> ₃	<u>E</u> ₃	<u>F</u> ₃		
Acid. Volátil	0,95 (4,37)	1,08 (7,74)	1,05 (5,19)	0,0080	0,03
Aldeídos	9,06 (4,38)	12,86 (5,54)	15,90 (8,20)	-	-
Esteres	29,63 (24,82)	31,92 (28,08)	30,95 (25,58)	4,06	14,81
Alc. Homol. Sup.	27,71 (21,80)	18,96 (10,59)	22,48 (14,71)	1,99	7,27
Purfural	28,96 (23,47)	28,45 (23,80)	28,89 (23,70)	1,49	5,44
Coef. de Imp.	26,72 (24,40)	18,74 (10,36)	21,89 (13,99)	2,15	7,85

- Obs.: a) Os dados entre parênteses representam as médias em porcentagem de absorção;
b) A acidez volátil está expressa em unidades da acidez original;
c) D₃, E₃ e F₃ significam respectivamente as resinas D, E e F, dentro de índice pH 3,0.

QUADRO XXX - Resultados obtidos para as médias em arc. sen. $\sqrt{\%}$, para os erros padrões das médias e para as diferenças mínimas significativas dos dados dos componentes e do coeficiente de impurezas da aguardente tratada pelas resinas D, E e F, dentro do índice pH 4,0 (Expte. Nº 2).

Componentes da aguardente	Resinas dentro de Índice pH 4,0			S(m)	d.m.s.
	<u>D</u> ₄	<u>E</u> ₄	<u>F</u> ₄		
Acid. Volátil	0,89 (10,82)	1,03 (3,46)	0,88 (12,33)	0,008	0,03
Aldeídos	18,13 (9,79)	7,27 (3,92)	16,01 (7,97)	-	-
Ésteres	26,55 (17,52)	15,81 (9,68)	36,32 (29,85)	4,06	14,81
Alc. Homol. Sup.	16,15 (8,10)	21,74 (14,22)	25,90 (19,37)	1,99	7,27
Furfural	35,19 (33,33)	28,83 (23,80)	35,13 (33,23)	-	-
Coef. de Imp.	18,38 (9,48)	27,21 (17,46)	25,99 (19,48)	2,15	7,85

Obs.: a) Os dados entre parênteses representam as médias em porcentagem de absorção;

b) A acidez volátil está expressa em unidades da acidez original;

c) D₄, E₄ e F₄ significam respectivamente as resinas D, E e F, dentro de índice pH 4,0.

QUADRO XXXI - Resultados obtidos para as médias em arc. sen. $\sqrt{\%}$, para os erros padrões das médias e para as diferenças mínimas significativas dos dados dos componentes e do coeficiente de impurezas da aguardente tratada pelas resinas D, E e F, dentro do índice pH 5,0 (Expto.º).

Nº 2).

Componentes da aguardente	Resinas dentro de Índice pH 5,0			S (m)	d.m.s.
	<u>D</u> ₅	<u>E</u> ₅	<u>F</u> ₅		
Acid. Volátil	0,80 (19,55)	1,18 (17,61)	0,93 (7,40)	0,008	0,03
Aldeídos	16,67 (8,44)	12,77 (6,62)	13,77 (5,81)	-	-
Ésteres	29,85 (24,57)	36,67 (36,16)	31,69 (27,69)	4,06	14,81
Alc. Homol. Sup.	19,48 (11,27)	29,63 (13,46)	21,52 (14,79)	1,99	7,27
Furfural	22,22 (14,28)	32,20 (28,47)	25,52 (19,04)	-	-
Coef. de Imp.	20,40 (12,44)	27,21 (20,98)	23,31 (16,00)	2,15	7,85

Obs.: a) Os dados entre parênteses representam as médias em porcentagem de absorção;

b) A acidez volátil está expressa em unidades da acidez original;

c) D₅, E₅ e F₅ significam respectivamente as resinas D, E e F, dentro de índice pH 5,0.