

**ANGELA BOLANHO**

**ESTUDO DA DEGRADAÇÃO DE RESINAS COMPOSTAS  
PELA AÇÃO DE BEBIDAS ALCOÓLICAS: análise de  
fluorescência e rugosidade superficial**

Tese apresentada à Faculdade de Odontologia de São José dos Campos, Universidade Estadual Paulista, como parte dos requisitos para a obtenção do título de DOUTOR, pelo Programa de Pós-Graduação em ODONTOLOGIA RESTAURADORA, Especialidade em Dentística.

# **Livros Grátis**

<http://www.livrosgratis.com.br>

Milhares de livros grátis para download.

**ANGELA BOLANHO**

**ESTUDO DA DEGRADAÇÃO DE RESINAS COMPOSTAS  
PELA AÇÃO DE BEBIDAS ALCOÓLICAS: análise de  
fluorescência e rugosidade superficial**

Tese apresentada à Faculdade de Odontologia de São José dos Campos, Universidade Estadual Paulista, como parte dos requisitos para a obtenção do título de DOUTOR, pelo Programa de Pós-Graduação em ODONTOLOGIA RESTAURADORA, Especialidade em Dentística.

Orientador Prof. Dr. José Roberto Rodrigues

São José dos Campos  
2007

Apresentação gráfica e normalização de acordo com:

Bellini AB. Manual para elaboração de monografias: estrutura do trabalho científico. São José dos Campos: FOSJC/UNESP; 2007.

Bolanho, Angela

Estudo da degradação de resinas compostas pela ação de bebidas alcoólicas: análise de fluorescência e rugosidade superficial / Angela Bolanho; orientador José Roberto Rodrigues \_\_ São José dos Campos, 2007.

161p. ; IL.

Tese (Programa de Pós-Graduação em Odontologia, área de Concentração em Odontologia Restauradora) – Faculdade de Odontologia de São José dos Campos, Universidade Estadual Paulista; 1998.

1. Resinas compostas - 2. Bebidas alcoólicas - 3. Degradação –
4. Espectrofotometria de fluorescência - 5. Propriedade de superfície

BLACK D 22

### AUTORIZAÇÃO

Autorizo a reprodução e divulgação total ou parcial deste trabalho, por qualquer meio convencional ou eletrônico, desde que citada a fonte.

São José dos Campos, 19/09/2007

Assinatura :

e-mail: angelabolanho@yahoo.com.br

## FOLHA DE APROVAÇÃO

Bolanho A. Estudo da degradação de resinas compostas pela ação de bebidas alcoólicas: análise de fluorescência e rugosidade superficial [tese]. São José dos Campos: Faculdade de Odontologia de São José dos Campos, UNESP; 2007.

### Banca examinadora

- 1) **Prof. Dr.: José Roberto Rodrigues**  
Departamento de Odontologia Restauradora/ Faculdade de Odontologia de São José dos Campos -UNESP  
Titulação: **Doutor**  
Julgamento: \_\_\_\_\_Assinatura
  
- 2) **Prof. Dr.: Jair Ribeiro Chagas**  
Departamento de Ciências da Saúde do Câmpus Baixada Santista- Unifesp  
Titulação: **Livre Docente**  
Julgamento: \_\_\_\_\_Assinatura
  
- 3) **Prof. Dr.: Camillo Anauate Netto**  
Departamento de Dentística da Faculdade de Odontologia da Universidade de Mogi das Cruzes e Universidade Bandeirante de São Paulo  
Titulação: **Doutor**  
Julgamento: \_\_\_\_\_Assinatura
  
- 4) **Prof. Dr.: Vitor Marcelo Silveira Bueno Brandão de Oliveira**  
Departamento de Biofísica do Câmpus de São Paulo-Unifesp  
Titulação: **Doutor**  
Julgamento: \_\_\_\_\_Assinatura
  
- 5) **Prof. Dr.: Carlos Rocha Gomes Torres**  
Departamento de Odontologia Restauradora/ Faculdade de Odontologia de São José dos Campos -UNESP  
Titulação: **Doutor**  
Julgamento: \_\_\_\_\_Assinatura

**Dedico esse trabalho às pessoas  
que amo e que fazem parte da minha vida.**

À minha irmã **Anamaria**  
pelo amor, incentivo e  
por apoiar, sempre, minhas decisões pessoais e profissionais,  
fazendo-me acreditar que são possíveis.

Aos meus pais,  
**Eideval e Zélia,**  
por me tornarem a pessoa que sou.  
Obrigado por me darem a vida e a condição de vivê-la.  
Obrigado por me deixarem voar.

Ao meu marido **Luiz**  
pelo estímulo, compreensão e  
infinita paciência durante o curso e  
principalmente,  
durante a realização desse trabalho.  
Obrigado por me mostrar esse caminho.

**Graças a todos vocês e a Deus estou dando mais esse  
passo na vida.**

Ao orientador  
Prof. Dr. José Roberto Rodrigues

Muito obrigado pela oportunidade e confiança.

Você sempre acreditou no meu potencial,  
mesmo não me conhecendo.  
Permitiu que eu realizasse o proposto trabalho, mesmo vendo sua  
complexidade, sempre confiando em mim.  
Acompanhou todos os desvios e mudanças de planos, vibrando com o  
sucesso e se sensibilizando nos momentos difíceis.

Foi muito gratificante tê-lo como orientador e  
cúmplice desse trabalho.

## Agradecimentos especiais

À **Maria Lúcia**,  
aos meus irmãos **Paulo e Livia**,  
e ao meu cunhado **Leo** e sobrinho **João Pedro**.  
Obrigado por fazerem parte da minha família.

Aos meus Professores  
**Camillo Anauate Netto**  
**Ricardo Amore**  
**André Ricardo Paoli do Carmo**  
**Andréa Anido Anido**  
Muito obrigado por me mostrarem que a Odontologia  
possibilita o questionamento,  
estimula a busca ao conhecimento  
e permite duvidar sempre e sem desrespeito.  
Vocês foram responsáveis pela minha busca à docência e  
acreditar que podemos formar profissionais éticos e capazes.  
Foi uma honra tê-los como mestres e exemplos.

Ao meu amigo **Fabio Nascimento**,  
que fez parte da minha iniciação científica  
me ensinando a ser cética na busca pelas respostas  
e acreditar nos meus resultados.  
Saiba que serei sempre grata a você por tornar possível a realização  
desse trabalho,

Ao Prof. **Jair Ribeiro Chagas**  
**Prof. Vitor Marcelo SB Bueno de Oliveira**  
e **Dr. Rodrigo LOR Cunha**  
Obrigado por confiarem e aceitarem o desafio,  
por dividirem comigo seu conhecimento,  
fundamental para meu desenvolvimento e conclusão desse trabalho.

À amiga **Maristela**  
companheira de graduação, especialização e pós-graduação,  
obrigado pela parceria durante todo esse período, ajudando,  
conversando, acalmando e trabalhando ao meu lado.

Aos queridos amigos **Felipe Valades Herruso Pereira**  
e **Raquel Guedes Fernandes**  
pela cumplicidade e companheirismo,  
sempre dando apoio e vibrando juntos.

Às amigas **Adriana Boeira Calçada**  
e **Ana Flávia Campos Barros**  
que torcendo por mim  
compreenderam minha ausência durante essa fase.  
Vocês são importantes na minha vida.

À **Gisele Segnini** e **Pietro Mainenti**  
pela generosidade e sincera amizade que nasceu durante o curso.  
Que seja eterna enquanto dure e que nem a distância possa separar.

**GOSTARIA DE AGRADECER ESPECIALMENTE AO**

Laboratório de Biofísica do Departamento de Biofísica da  
Universidade Federal de São Paulo (INFAR/ UNIFESP).

Prof. Dr. Titular Vanderlei Salvador Bagnato do  
Centro de Laboratório de Biofotônica do Instituto de Física de São  
Carlos-USP, Centro de Óptica e Fotônica da FAPESP (CEPOF).

Dr. Fabio Dondeo Oringo do  
Laboratório de Medição de Superfícies Ópticas (LMSO) do Instituto  
de Estudos Avançados-IEAV/CTA

**QUE POSSIBILITARAM UM SONHO VIRAR REALIDADE.**

## AGRADECIMENTOS

À **Universidade Estadual Paulista “Julio de Mesquita Filho”**, na pessoa do Diretor da Faculdade de Odontologia de São José dos Campos, **Prof. Adj. Paulo Villela Santos Junior**, ao Departamento de Odontologia Restauradora e ao Programa de Pós-Graduação em Odontologia Restauradora, pela oportunidade da realização do Doutorado.

**Prof Adj. Clóvis Pagani e Profª Adjª Marcia Carneiro Valera Garakis**, coordenadores do Programa de Pós-Graduação em Odontologia Restauradora, obrigado pela oportunidade e confiança.

Ao Departamento de Biociências e Diagnóstico Bucal por possibilitar parte da execução prática desse trabalho, em especial a **Profª Drª Maria Nadir Gasparoto Mancini, Profª Adjª Rosilene Fernandes da Rocha, Profª Drª Cristiane Yumi Koga Ito** e, ao Departamento de Odontologia Restauradora, em particular ao **Prof.Dr. Carlos Rocha Torres**. Obrigado por contribuíram efetivamente para sua realização.

**Profª Adjª Yasmin Rodarte Carvalho** agradeço pela amizade e respeito.

**Prof. Dr. Fernando Eidi Takahashi**  
**Prof. Dr. Carlos Rocha Gomes Torres,**  
**Prof. Dr. Carlos Augusto Pavanelli,**  
**Prof. Dr. Lafayette Nogueira Junior**  
pela confiança, atenção e amizade, minha gratidão.

**Prof. Dr. Ivan Balducci**  
pelo inestimável auxílio na análise do material, sempre disponível, paciente e atencioso.

Aos amigos **Andressa Costa Pereira, Elaine Dias do Carmo,**  
**Fernando Augusto C. Garcia de Sousa,**  
**Renata Falchete do Prado, Susana Ungaro Amadei,**  
**Vanessa Ávila Sarmiento Silveira, Cristina Werkman, Adriana do**  
**Socorro Ferreira Monteiro e Luiz Roberto Coutinho Manhães,**  
e em especial à  
**ÂNGELA REGINA KIMIE MARIMOTO,**  
pela amizade, incentivo e companheirismo.

Aos colegas de curso **Alexandre Abdalla Alonso**  
**Geraldo Henrique Leão Lombardo**  
**Guilherme de Siqueira F. A. Saavedra**  
**Sarina Maciel Braga Pereira**  
**Silvia Helena Barbosa**  
**Silvia Masae de Araujo Michida,**  
**André Luiz Cervantes Jorge,**  
**Alessandro Caldas Travassos,**  
**Daniel Maranha da Rocha,**  
**Luzia Keiko Umetsubo,**  
e em particular a  
**Caio Gorgulho Zanet,**  
**Gustavo de Luca Alves,**  
**Karine Tenório Landim**  
**Lucas Villaça Zogheib**  
**Julio Tadashi Murakami,**  
**Luciana Keiko Shintome,**  
**Marcos Paulo Nagayassu (Kazu)**  
**Rodrigo Othavio de Assunção e Souza**  
que em momentos difíceis disponibilizaram seu tempo para ajudar  
efetivamente ou apenas ouvindo, meu muito obrigado.

**Maurício F. M. Machado,**  
**Marcelo F. M. Machado, Fernanda M. Dalio, Bruna Visniauskas e**  
**Mario A. Isidoro** do Laboratório de Biofísica (INFAR)  
meus sinceros agradecimentos pela atenção, paciência e colaboração  
ímpar durante a execução deste trabalho.

**Alessandra NS Rastelli, José Dirceu Vollet Filho,  
Denis Jacomassi e Clóvis Grecco do CEPOF/São Carlos**  
obrigado pela cooperação, paciência e por tornar possível uma  
importante parte desse trabalho.

**Prof. Dr. Flávio Aparecido Rodrigues do  
Centro Interdisciplinar de Investigação Bioquímica (CIIB)  
UMC - Universidade de Mogi das Cruzes**

**Prof. Dr. Helio A. Stefani e mestre Rodrigo Cella do Laboratório  
de Química Orgânica da USP,** pela confiança e oportunidade.

Ao **Prof. Dr. Estevão T. Kimpara**, como presidente e todo o  
**Conselho Curador da FUJEPO**, por conceder o auxílio necessário  
para continuidade e realização dessa pesquisa.

Às secretárias do programa de Pós-graduação, **Rosemary de Fátima  
Salgado, Erena Michie Hasegawa, Lilian Faria das Graças e Maria  
Aparecida Consiglio de Souza** pela prontidão, paciência, atenção e  
disponibilidade sempre presentes.

Às bibliotecárias **Silvana Alvarez, Angela de Brito Belinni,  
Renata Aparecida Couto e Deise Cristina A. G. Coelho** que  
possibilitam o acesso ao conhecimento científico.

Às Técnicas do Departamento de Odontologia Restauradora  
**Josiani e Michele,**  
e aos funcionários do POLO computacional  
**André Luiz Goia de Araújo e Luciano Muller Lima,**  
pela gentileza de ajudar nos momentos de pânico.

Aos demais colegas do Programa de Odontologia Restauradora, aos  
funcionários desta Faculdade e a todos que colaboraram direta ou  
indiretamente, para a realização desse trabalho, obrigado.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior -  
CAPES, pelo auxílio financeiro concedido a bolsa de doutorado.

**“...pode-se vencer pela inteligência,  
pela habilidade ou pela sorte,  
mas nunca sem trabalho...”  
A. Detoeuf**

## SUMÁRIO

LISTA DE QUADROS.....	13
LISTA DE FIGURAS.....	14
LISTA DE TABELAS.....	17
LISTA DE ABREVIATURA.....	18
RESUMO.....	19
1 INTRODUÇÃO.....	20
2 REVISÃO DA LITERATURA.....	23
2.1 Bebidas alcoólicas .....	23
2.1.1 Epidemiologia.....	23
2.1.2 Definição e descrição.....	25
2.1.3 Componentes da madeira.....	27
2.2 Resinas compostas dentais.....	28
2.3 Degradação.....	33
2.3.1 Sorção e solubilidade.....	36
2.3.2 Rugosidade superficial.....	43
2.3.3 Potencial hidrogeniônico.....	49
2.4 Ação de bebidas alcoólicas na resina composta.....	52
2.5 Citotoxicidade e ação estrogênica.....	56
2.6 Técnicas espectroscópicas .....	59
3 PROPOSIÇÃO.....	64
4 MATERIAL E MÉTODO.....	65
4.1 Material.....	65
4.1.1 Resina composta.....	65
4.1.2 Bebidas para imersão.....	65
4.2 Método .....	67

4.2.1	Corpos-de-prova.....	67
4.2.2	Estudo da rugosidade superficial.....	73
4.2.3	Variação da massa.....	75
4.2.3	Análise do pH.....	79
4.2.4	Espectroscopia de fluorescência: estudo do espécime.....	80
4.2.5	Espectrofluorimetria: estudo da bebida de imersão.....	82
4.2.6	Análise estatística.....	86
5	RESULTADOS.....	87
5.1	Rugosidade superficial.....	87
5.2	Variação da massa.....	91
5.3	Análise do pH.....	94
5.4	Espectro fluorescência dos espécimes.....	99
5.5	Espectrofluorimetria das bebidas.....	105
6	DISCUSSÃO.....	116
6.1	Da metodologia.....	116
6.2	Do resultado.....	119
7	CONCLUSÃO.....	126
8	REFERÊNCIA.....	127
	APÊNDICES.....	133
	ANEXOS.....	157
	ABSTRACT.....	161

## LISTA DE QUADROS

Quadro 01 - Exemplos da origem de bebidas fermentadas e destiladas...	25
Quadro 02 - Tabulação dos picos observados nos períodos e pH.....	62
Quadro 03 - Descrição das resinas compostas foto-ativadas.....	65
Quadro 04 - Descrição das bebidas utilizadas na imersão, com suas respectivas graduações alcoólicas (%vol), temperatura e pH.....	66
Quadro 05 - Descrição das variáveis do estudo e suas respectivas siglas.....	66
Quadro 06 - Descrição das análises e o número de corpos-de-prova.....	67
Quadro 07 - Parâmetros utilizados para análise de absorvância.....	82
Quadro 08 - Parâmetros utilizados para análise no Espectrofotômetro de fluorescência das bebidas.....	84
Quadro 09 - Valores de excitação e emissão para estudo da fluorescência.....	85
Quadro 10 - Dados gerais sobre os monômeros utilizados para análise de espectrofluorimetria.....	86
Quadro 11 - Demonstração esquemática dos efeitos da imersão sobre o peso dos espécimes.....	94

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1-	Descrição dos componentes: sigla, designação e formula estrutural.....	29
Figura 2-	Descrição dos componentes: sigla, designação e formula estrutural.....	30
Figura 3-	Vista geral dos fatores que afetam as propriedades higroscópicas e hidrolíticas das redes de polímeros.....	42
Figura 4-	Sigla, designação e formula estrutural dos monômeros.....	61
Figura 5-	Esquema ilustrativo do número de espécimes confeccionados de cada resina, para cada bebida utilizada.....	67
Figura 6-	Ilustração da matriz bipartida de aço polido. Observar a espessura de 2mm e a adaptação da tira de poliéster na parte inferior da matriz.....	68
Figura 7-	Ilustração da acomodação do excesso deixado na superfície.....	69
Figura 8-	Ilustração da sobreposição da tira de poliéster descartável e da lâmina de vidro utilizada para compressão da resina. Observe o extravasamento do excesso de resina.....	69
Figura 9-	Ilustração do aparelho fotopolimerizador e do momento da foto-ativação.....	70
Figura 10-	Ilustração da ponteira do fotopolimerizador perpendicular à lâmina de vidro, antes e durante a foto-ativação.....	70
Figura 11-	Ilustração do corpo-de-prova confeccionado e perfurado.....	71
Figura 12-	Ilustração do armazenamento dos espécimes para análise de rugosidade superficial, em 30ml do líquido correspondente.....	72
Figura 13-	Equipamento utilizado para a leitura da rugosidade superficial (Rugosímetro S8P) .....	73
Figura 14-	Ilustração da ponteira Focodyn. Observe a distância entre a ponta analisadora e a superfície do espécime.....	74
Figura 15-	Esquema representativo dos critérios para avaliação da rugosidade superficial.....	74
Figura 16-	Ilustração dos espécimes acondicionados na placa Transwell-96. Observar marcação de colunas e linhas e a disposição dos espécimes.....	76
Figura 17-	Esquema ilustrativo dos períodos de agitação realizados durante 24h. Esses ciclos de agitação foram repetidos durante sete dias....	77
Figura 18-	Esquema ilustrativo dos períodos de agitação realizado durante 24h. Esses ciclos de agitação foram repetidos durante sete dias ininterruptos.....	78
Figura 19-	Ilustração da mesa orbital (SOLAB) funcionando.....	78
Figura 20-	Esquema ilustrativo do segundo e terceiro passo da secagem dos espécimes para análise da variação da massa.....	79

Figura 21- Esquema ilustrativo do espectrofotômetro de fluorescência.....	80
Figura 22- Ilustração do espectrofotômetro de fluorescência (F-2500) e cubeta de quartzo posicionada para análise. Observar o feixe de luz azul passando pela cubeta.....	83
Figura 23- Ilustração dos valores de rugosidade inicial e final das resinas estudadas nas seis bebidas.....	91
Figura 24- Ilustração das alterações da média de peso em porcentagem dos espécimes, após o período de imersão.....	93
Figura 25- Ilustração dos valores de pH antes e após o período de imersão. Observar a alteração do grupo controle.....	95
Figura 26- Representação das diferenças entre rugosidade e pH da resina QuiXfil™.....	96
Figura 27- Representação das diferenças entre rugosidade e pH da resina Esthet-X™.....	97
Figura 28- Representação das diferenças entre rugosidade e pH da resina Filtek™ Z350.....	97
Figura 29- Representação das diferenças entre rugosidade e pH da resina Tetric® Ceram HB.....	98
Figura 30- Ilustração da correlação entre as alterações da rugosidade e pH das resinas nas bebidas.....	99
Figura 31- Espectro de fluorescência da resina Esthet-X™ (442nm).....	100
Figura 32- Espectro de fluorescência da resina Esthet-X™ (532nm).....	100
Figura 33- Espectro de fluorescência da resina QuiXfil™ (442nm).....	101
Figura 34- Espectro de fluorescência da resina QuiXfil™ (532nm).....	101
Figura 35- Espectro de fluorescência da resina Tetric® Ceram HB (442nm).....	102
Figura 36- Espectro de fluorescência da resina Tetric® Ceram HB (532nm).....	102
Figura 37- Espectro de fluorescência da resina Filtek™ Z350 (442nm).....	103
Figura 38- Espectro de fluorescência da resina Filtek™ Z350 (532nm).....	103
Figura 39- Análise da alteração média da área sob a curva dos espectros de fluorescência (442nm) das quatro resinas.....	104
Figura 40- Espectrofluorimetria da água (excitação 220nm; fenda 5nm).....	105
Figura 41- Espectrofluorimetria da água (excitação 286nm; fenda 5nm).....	106
Figura 42- Espectrofluorimetria da água (excitação 320nm; fenda 5nm).....	106
Figura 43- Espectrofluorimetria da cachaça (excitação 286nm; fenda 5nm).....	107
Figura 44- Espectrofluorimetria da cachaça (excitação 320nm; fenda 5nm).....	107
Figura 45- Espectrofluorimetria do bourbon (excitação 350nm; fenda 5nm).....	108
Figura 46- Espectrofluorimetria da tequila (excitação 232nm; fenda 5nm).....	108
Figura 47- Espectrofluorimetria da tequila (excitação 286nm; fenda 5nm).....	109
Figura 48- Espectrofluorimetria do saquê (excitação 300nm; fenda 5nm).....	109
Figura 49- Espectrofluorimetria do saquê (excitação 320nm; fenda 5nm).....	110
Figura 50- Espectrofluorimetria da água (excitação 281nm; fenda 5nm).....	110
Figura 51- Espectrofluorimetria da cachaça (excitação 292nm; fenda 5nm).....	111
Figura 52- Espectrofluorimetria da tequila (excitação 276nm; fenda 5nm).....	111
Figura 53- Espectrofluorimetria da vodka (excitação 279nm; fenda 5nm).....	112
Figura 54- Espectrofluorimetria da água (excitação 330nm; fenda 20nm).....	112
Figura 55- Espectrofluorimetria da vodka (excitação 330nm; fenda 10nm).....	113

Figura 56- Espectrofluorimetria do saquê (excitação 330nm; fenda 10nm).....	113
Figura 57- Espectrofluorimetria da tequila (emissão 390nm; fenda 5nm).....	114
Figura 58- Espectrofluorimetria da vodka (emissão 390nm; fenda 5nm).....	115
Figura 59- Espectrofluorimetria do saquê (emissão 390nm; fenda 2.5nm).....	115
Figura 60- Espectrofluorimetria da cachaça (excitação 220nm; fenda 5nm).....	152
Figura 61- Espectrofluorimetria do bourbon (excitação 390nm; fenda 5nm).....	152
Figura 62- Espectrofluorimetria do bourbon (excitação 420nm; fenda 5nm).....	153
Figura 63- Espectrofluorimetria da tequila (excitação 300nm; fenda 5nm).....	153
Figura 64- Espectrofluorimetria da tequila (excitação 320nm; fenda 5nm).....	154
Figura 65- Espectrofluorimetria da vodka (excitação 280nm; fenda 5nm).....	154
Figura 66- Espectrofluorimetria da vodka (excitação 320nm; fenda 5nm).....	155
Figura 67- Espectrofluorimetria do saquê (excitação 260nm; fenda 5nm).....	155
Figura 68- Espectrofluorimetria do saquê (excitação 292nm; fenda 5nm).....	156
Figura 69- Espectrofluorimetria da tequila (excitação 330nm; fenda 10nm).....	156

## LISTA DE TABELA

Tabela 01-	Estatística descritiva da rugosidade superficial dos espécimes da resina QuiXfil™.....	87
Tabela 02-	Estatística descritiva da rugosidade superficial dos espécimes da resina Filtek™Z350.....	87
Tabela 03-	Estatística descritiva da rugosidade superficial dos espécimes da resina Tetric® Ceram HB.....	88
Tabela 04-	Estatística descritiva da rugosidade superficial dos espécimes da resina Esthet-X™.....	88
Tabela 05-	ANOVA fator único da alteração da rugosidade superficial dos espécimes da resina QuiXfil™.....	89
Tabela 06-	ANOVA fator único da alteração da rugosidade superficial dos espécimes da resina Filtek™Z350.....	89
Tabela 07-	ANOVA fator único da alteração da rugosidade superficial dos espécimes da resina Esthet-X™.....	89
Tabela 08-	ANOVA fator único da alteração da rugosidade superficial dos espécimes da resina Tetric® Ceram HB.....	89
Tabela 09-	Teste de Tukey da rugosidade superficial para análise das alterações entre as bebidas na resina QuiXfil™.....	90
Tabela 10-	Teste de Tukey da rugosidade superficial para análise das alterações entre as bebidas na resina Filtek™Z350.....	90
Tabela 11-	Teste de Tukey da rugosidade superficial para análise das alterações entre as bebidas na resina Esthet-X™.....	90
Tabela 12-	Estatística descritiva das alterações da massa dos espécimes da resina QuiXfil™.....	92
Tabela 13-	Estatística descritiva das alterações da massa dos espécimes da resina Filtek™Z350.....	92
Tabela 14-	Estatística descritiva das alterações da massa dos espécimes da resina Tetric® Ceram HB.....	92
Tabela 15-	Estatística descritiva das alterações da massa dos espécimes da resina Esthet-X™.....	92
Tabela 16-	ANOVA das alterações de peso por arco seno (raiz quadrada da proporção; adição do valor 0,25).....	93

## LISTA DE ABREVIATURAS

ADA= do inglês *American Dental Association*, traduzido como Associação Dental Americana

ANOVA= Análise de variância

BHT= Hidroxitolueno Butilado

BisEMA= Bisfenol-A Etoxilato

BisGMA= Bisfenol-A Glicerolato

Bis-MA= Bisfenol-A metacrilato

CIV=Cimento de Ionômero de Vidro

DIN= do alemão *Deutsches Institut für Normung*, traduzido como Instituto Alemão de Normalização

EGDMA= Etilenoglicol Dimetacrilato

FSL= do inglês *food-simulating liquids*, traduzido como líquidos simuladores de alimentos

GL= Gay-Lussac

HMDMA= Hexametil dimetacrilato

INFAR= Instituto Nacional de Farmacologia, formado pelos Departamentos de Biofísica, Bioquímica e Farmacologia da Unifesp

ISO= do inglês *International Organization for Standardization*, traduzido como Organização Internacional de Padronização

J= joule

LED= do inglês *Light Emitting Diodes*, traduzido como diodos emissores de luz

MEV= Microscopia Eletrônica de Varredura

N= Normal, em química é definido como o número de equivalentes-grama de uma substância dissolvidos em um litro de solução

OMS= Organização Mundial da Saúde

p.ex= por exemplo

pH= potencial hidrogeniônico

Ra= rugosidade média, desvio médio de um perfil desde sua linha média

Rz= rugosidade média entre 5 picos e vales

Senad= Secretaria Nacional Antidrogas

TE-EGDMA= Tetraetilenoglicol Dimetacrilato

TEGDMA= Trietilenoglicol Dimetacrilato

u.a.= unidades arbitrárias

UDMA= Uretano Dimetacrilato

Unifesp= Universidade Federal de São Paulo

~ = aproximadamente

µm= microméetro

nm= nanômetros

mW= miliwatts

s= segundo

∫ = integral

dx= derivada

Bolanho A. Estudo da degradação de resinas compostas pela ação de bebidas alcoólicas: análise de fluorescência e rugosidade superficial [tese]. São José dos Campos: Faculdade de Odontologia de São José dos Campos, Universidade Estadual Paulista; 2007.

## RESUMO

O estudo avaliou a degradação de resinas compostas fotossensíveis pela ação de bebidas alcoólicas, analisando a rugosidade superficial, a alteração do pH da bebida, a variação da massa e os espectros de fluorescência e fluorimetria. Foram confeccionados 456 corpos-de-prova, com 5mm de diâmetro por 2mm de espessura. Os espécimes ficaram na bebida por 7 dias consecutivos, sendo agitados 24 vezes por dia, totalizando 14h ao final do período de imersão. A rugosidade superficial em Ra ( $\mu\text{m}$ ) foi avaliada em um rugosímetro de precisão com leitor óptico. A leitura inicial da rugosidade superficial foi realizada 24h após a confecção e identificação dos espécimes, que permaneceram a seco em temperatura ambiente até a imersão nas bebidas. A rugosidade final foi realizada 24h após o período de imersão. Para o estudo da alteração do pH da bebida foi utilizado um pHmetro acoplado a um termo-compensador e, a análise foi realizada antes e, imediatamente, após a imersão. A análise da variação da massa foi realizada em balança analítica de precisão antes e depois das imersões, seguindo as recomendações da ISO 4049:2000 para estudo da solubilidade. O espectro de fluorescência dos espécimes foi realizado 24h após sua confecção e imediatamente ao término da imersão. A espectrofluorimetria foi realizada para estudo da degradação da resina composta nas bebidas usadas na imersão e, para tanto, foram analisadas as curvas de absorbância, espectros de emissão e excitação dos meios. Após o período de imersão, foram observadas alterações em todos os testes realizados. A degradação das resinas compostas, pela ação de bebidas alcoólicas, levou a alteração da rugosidade, perda e ganho de massa dos espécimes, alteração do espectro de fluorescência e sugestiva presença de resíduos de componentes da resina em todas as bebidas analisadas pela espectrofluorimetria, além da alteração do pH.

**PALAVRAS-CHAVE:** resinas compostas; bebidas alcoólicas; degradação; espectrofotometria de fluorescência; propriedade de superfície; fatores de tempo.

## 1 INTRODUÇÃO

A odontologia restauradora, como ciência da saúde, tem como objetivo promover a prevenção. Quando isso não é possível, procura devolver aos pacientes a função e a estética dos dentes de forma conservadora. Para tanto, as resinas compostas têm sido empregadas em diversos procedimentos odontológicos e hoje são consideradas a primeira opção para um tratamento restaurador estético.

Dentre suas indicações, os compósitos são utilizados como selantes de fósulas e fissuras com finalidade preventiva desde a tenra idade, para inibir o desenvolvimento de cáries em fósulas e fissuras. Já na adolescência, as resinas são utilizadas na instalação de aparelhos ortodônticos e restaurações conservadoras, muito freqüentes nessa faixa etária.

Em pacientes adultos, condutas alternativas são adotadas em busca da estética, como a troca de restaurações de amálgama por resinas compostas e reconstrução de dentes fraturados. Prontamente, facetas diretas podem ser realizadas para correção de imperfeições dentais ou para maquilar dentes escurecidos<sup>38</sup>.

Embora muito utilizada, as resinas compostas apresentam algumas limitações quanto às suas propriedades físicas e mecânicas.

Diante disso, numerosos trabalhos têm sido realizados para responder as perguntas que surgem na clínica odontológica, tanto por parte dos pacientes, quanto por cirurgiões dentistas. Dentre elas, a perceptível alteração da cor e translucidez das resinas por substâncias corantes<sup>4,10,42</sup>.

Mesmo com o desenvolvimento tecnológico e a considerável melhoria das propriedades físico-químicas das resinas

compostas nos últimos anos, a degradação do material ainda preocupa os profissionais, particularmente em relação ao desgaste em áreas de grande estresse funcional, como nas restaurações de molares em pacientes com parafunção oclusal<sup>30,36,43</sup>.

Estudos recentes estão concentrados na ação de líquidos que simulam o ciclo de pH presente na alimentação, sobre as propriedades das resinas compostas e alteração da rugosidade superficial<sup>62</sup>. A preocupação está em entender a influência do pH na degradação química das resinas<sup>33,36,62</sup>.

A alteração da lisura superficial dos materiais resinosos pode ser justificada pela ação erosiva e deletéria de substâncias reativas e do pH ácido, que degradam a matriz resinosa e expõem as partículas inorgânicas<sup>48</sup>. A presença de rugosidade na superfície dos materiais restauradores favorece a adesão bacteriana inicial, assim como sua estagnação<sup>7,37,58,60</sup>.

Estudos sobre a ação de enxaguatórios bucais com álcool na superfície de materiais restauradores revelam a susceptibilidade dos compósitos a essas soluções alcoólicas<sup>8,16,17,44</sup>.

Por outro lado, uma preocupação crescente tem sido o aumento do consumo de bebidas alcoólicas por indivíduos de faixa etária cada vez menor e que pode influenciar nas propriedades dos materiais restauradores poliméricos<sup>56</sup>.

Pesquisas recentes entre estudantes do ensino médio e fundamental mostraram um aumento significativo no consumo de bebidas alcoólicas. Cerca de 30% dos alunos da faixa etária entre 10 e 12 anos, 52% entre 13 e 15 e 66,4% dos adolescentes, entre 16 e 18 anos\* relataram consumir, ocasionalmente, bebidas em festas e eventos sociais.

De acordo com o relatório da Acnielsen Global Services de 2004<sup>▼</sup>, que analisa tendências e consumo no mundo, constatou-se o

---

\* <http://www.alcoolismo.com.br>, acesso em 26/02/2004

▼ <http://www.acnielsen.com.br/tendencias-analises/estudos-especiais.htm>, acesso 30/03/2006.

aumento no consumo de bebidas alcoólicas no continente Europeu (+1%), na Ásia-Pacífico (+4%), na América do Norte (+3%) e América Latina (+9%), além do mercado emergente (+11%).

Frente a essa crescente demanda no consumo de bebidas alcoólicas e a disponibilidade de novos materiais resinosos no mercado, faz-se necessário o estudo da ação dessas bebidas sobre as propriedades físico-químicas dos materiais restauradores estéticos.

## 2 REVISÃO DA LITERATURA

A revisão da literatura será dividida em subcapítulos, onde serão abordados assuntos gerais, a fim de facilitar o entendimento do estudo e informações específicas que embasaram essa pesquisa.

### 2.1 Bebidas alcoólicas

#### 2.1.1 Epidemiologia

De acordo com os dados apresentados em 2006 pela Organização Mundial de Saúde (**OMS**), em Roma, na quinta edição da Jornada pela Prevenção do Alcoolismo, a Europa consome o dobro de bebidas alcoólicas per capita, em relação à média mundial. O consumo de álcool na Europa setentrional e oriental atingiu um nível elevado e continua a aumentar. As mulheres europeias representam 20% a 30% do consumo total de álcool na Europa, a taxa mais alta do mundo\*.

Segundo a OMS é considerado um consumidor moderado aquele que tem uma ingestão inferior a 21 unidades de álcool por semana para homens e 14 para as mulheres. Cada unidade de álcool equivale à 10ml de álcool puro, por exemplo, 350ml de cerveja com 4% de álcool

---

\*<http://tools.folha.com.br/print?site=emcimadahora&url=http%3A%2F%2Fwww1.folha.uol.com.br%2Ffolha%2Fmundo%2Fult94u95067.shtml>-disponível em: 20/04/2006 (folha online)

equivale a 1,5 unidade de álcool. Isto quer dizer que, homens podem consumir no máximo duas latas de cerveja por dia e mulheres uma lata\*.

Em novembro de 2005, durante a I Conferência Pan-Americana de Políticas Públicas sobre o Álcool, a Secretaria Nacional Antidrogas (**Senad**) revelou que, 40% dos estudantes do ensino fundamental freqüentemente consomem bebidas alcoólicas<sup>♣</sup>.

De acordo com a OMS, o consumo de álcool no Brasil cresceu 70% desde a década de 70. Isso representa 63% da população brasileira e coloca o país entre os 25 que mais consomem bebidas desse gênero no mundo<sup>♣</sup>.

Pesquisa realizada pela Senad, em parceria com a Universidade Federal de São Paulo (Unifesp), aponta que adolescentes de 17 anos começaram a beber aos 14 anos, enquanto os indivíduos entre 18 e 39 anos começaram aos 18 e a geração que, atualmente, tem entre 40 e 65 anos iniciou aos 20 anos<sup>♣</sup>.

Segundo a legislação brasileira (Lei nº 9.294, de 1996) bebida alcoólica é somente aquela com mais de 13 graus Gay-Lussac (GL), um critério que exclui cervejas e vinhos. No entanto, o consumo da cerveja no Brasil representa 85% e ocupa o primeiro lugar das bebidas consumidas no país, seguido pela cachaça. Porém, a diferença entre as cervejas e os destilados está apenas, na concentração de álcool. Apesar do volume ingerido de cerveja ser maior do que os destilados, a quantidade de álcool (unidade) consumida pode ser igual ou maior<sup>23</sup>.

---

\* [http://pt.wikipedia.org/wiki/Bebida\\_alco%C3%B3lica](http://pt.wikipedia.org/wiki/Bebida_alco%C3%B3lica) (16/3/2007)

♣ [http://www.propagandasembembebida.org.br/not\\_home/not\\_home\\_integra.php?id=81](http://www.propagandasembembebida.org.br/not_home/not_home_integra.php?id=81) (16/3/2007)

### 2.1.2 Definição e descrição

Bebida alcoólica é toda bebida que contenha álcool etílico ou etanol. O álcool é produzido pela fermentação de açúcares contidos em frutas, grãos e em caules, como na cana-de-açúcar. As bebidas alcoólicas são classificadas em: bebidas fermentadas, destiladas e compostas (Quadro 1).\*

Quadro 1 - Exemplos da origem de bebidas fermentadas e destiladas\*

ORIGEM	BEBIDAS FERMENTADAS	BEBIDAS DESTILADAS
suco de uva	vinho; champagne	bagaceira; armagnac; brandy; conhaque; grappa
caldo de cana-de-açúcar		cachaça; rum
cereal	cerveja (cevada); saquê (arroz); bourbon (milho)	bourbon; gim; uísque; vodka
suco de agave		tequila; mezcal
mel	hidromel	
anis		arak; ouzo; pastis
suco de maçã	sidra	calvados
suco de ameixa		slivovitz; schnaps

O saquê é uma bebida tradicional do Japão e está classificada na mesma categoria do vinho. É um fermentado natural composto por arroz e água e teor alcoólico em torno de 16%<sup>♥</sup>.

A vodka é uma bebida destilada, conhecida por sua pureza. É uma bebida transparente que possui alto teor alcoólico, variando entre 35 a 60%vol. É obtida a partir de grãos ou tubérculos (batata, centeio, milho ou arroz), sendo diluídas em água até a concentração desejada<sup>♦</sup>.

\* [http://pt.wikipedia.org/wiki/Bebida\\_alco%C3%B3lica](http://pt.wikipedia.org/wiki/Bebida_alco%C3%B3lica) (16/3/2007)

♥ <http://pt.wikipedia.org/wiki/Saqu%C3%AA> (16/3/2007)

♦ <http://pt.wikipedia.org/wiki/Vodka> (16/3/2007)

A tequila é um destilado originário do México. Fortemente aromática, a bebida apresenta diferentes graus de cor, sabor e aroma, conforme o tempo de envelhecimento. É obtida da destilação do sumo do Agave Azul, uma planta da América Central<sup>⊕</sup>.

O bourbon é o “uísque” típico dos Estados Unidos e é elaborado com no mínimo 51% de milho na composição do fermentado e o envelhecimento deve ser, por no mínimo, dois anos em tonéis de carvalho<sup>▲</sup>.

O envelhecimento de algumas bebidas é característico e fundamental para sua qualidade. Geralmente, o envelhecimento é feito em barrís de madeira que facilitam a oxidação pelas trocas gasosas entre o meio interior e o exterior, através dos poros da madeira. Os sabores e a fragrância também são aprimorados durante o processo de envelhecimento em tonéis. A madeira indicada para essa finalidade ainda é responsável por outras características da bebida.

Por exemplo, a madeira Freijó, utilizada para a fabricação da cachaça Ypióca, é capaz de baixar a acidez da bebida e diminuir o teor alcoólico, tornando-a mais suave e mantendo a cor original<sup>⊕</sup>. O envelhecimento consiste na reação química dos componentes secundários e, as características especiais adquiridas são criadas, principalmente, pela formação dos ésteres que, naturalmente, ocorre de maneira lenta e contínua<sup>⊕</sup>.

Um estudo sobre os efeitos de diferentes madeiras sobre a composição da cachaça descreve inúmeras transformações que ocorrem durante o envelhecimento. Além das reações entre os compostos secundários provenientes da destilação, ainda ocorre a extração direta de componentes da madeira, a decomposição de algumas macromoléculas

---

⊕ <http://pt.wikipedia.org/wiki/Tequila> (16/3/2007)

▲ [http://pt.wikipedia.org/wiki/U%C3%ADsque\\_Bourbon](http://pt.wikipedia.org/wiki/U%C3%ADsque_Bourbon) (16/3/2007)

⊕ [www.toneis.com.br](http://www.toneis.com.br)

(lignina, celulose e hemicelulose) e sua incorporação à bebida. Há também, reações de compostos da madeira com os componentes originais da bebida destilada<sup>9,22</sup>.

A obtenção de etanol se dá através da hidrólise da madeira, por processos comerciais que fornecem açúcares para fermentação<sup>22</sup>.

A madeira de carvalho, utilizada para o envelhecimento de diversas bebidas alcoólicas (bourbon, uísque e tequila) é responsável pela coloração forte e sabor peculiar. No caso do uísque, a impregnação do malte na madeira influi no aroma, sabor e na sua cor característica<sup>Φ</sup>.

Materiais acidentais ou estranhos à madeira, de baixo peso molecular, são responsáveis, muitas vezes, pelo cheiro, gosto e cor. Apesar destes componentes representarem pequena porcentagem da massa da madeira, eles podem ter uma grande influência nas propriedades e na qualidade das madeiras<sup>Φ</sup>.

### 2.1.3 Componentes da madeira<sup>22</sup>

A composição química da madeira contém componentes químicos e substâncias macromoleculares (celulose, poliose e lignina), sendo a celulose um componente estrutural e os demais componentes sub-estruturais (poliose e lignina).

A celulose é o componente estrutural primário das plantas e perfaz aproximadamente a metade das madeiras. É um polímero de glicose de cadeia longa composta de um só monômero carboidratado, classificado como polissacarídeo (macromolécula formada

---

Φ [www.toneis.com.br](http://www.toneis.com.br)

pela união de muitos monossacarídeos) e insolúvel a água. Também é caracterizada como um polímero linear de alto peso molecular.

As polioses (hemiceluloses) estão intimamente associadas com a celulose na parede celular. A hemicelulose é um polissacarídeo formado, principalmente, por cinco açúcares neutros: as hexoses ( $C_6H_{12}O_6$ ): glucose, manose e galactose e, as pentoses ( $C_5H_{10}O_6$ ): xilose e arabinose.

A lignina é um polímero tridimensional amorfo, constituído por um sistema aromático composto de unidades de fenilpropano. Durante o desenvolvimento das células, a lignina é incorporada como o último componente na parede da madeira, interpenetrando as fibrilas.

Junto com os componentes da parede celular existem substâncias de baixo peso molecular. Uma classificação simples pode ser feita dividindo-se estas substâncias em material orgânico e inorgânico.

O material orgânico é comumente chamado de extrativos, e a parte inorgânica é sumariamente obtida como cinzas. De acordo com Klock et al. <sup>22</sup>, a distinção entre as substâncias na base de suas solubilidades em água e solventes orgânicos é mais útil.

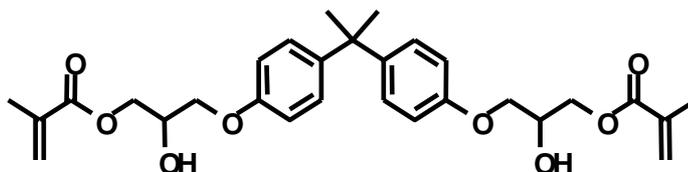
Os principais grupos químicos que compreendem as substâncias de baixo peso molecular são os compostos aromáticos (fenólicos), terpenos, ácidos alifáticos, álcoois e substâncias inorgânicas.

## **2.2 Resinas compostas dentais**

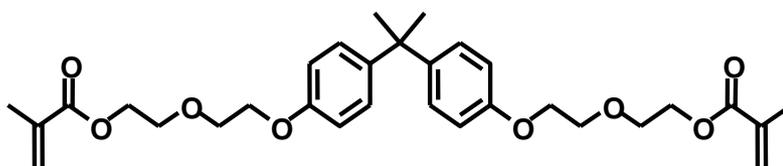
As resinas compostas ou compósitos dentais são materiais poliméricos formados estruturalmente por uma matriz de material resinoso (matriz orgânica), que forma uma fase contínua, unida às partículas de carga. A carga é composta por partículas de reforço e/ ou

fibras de óxidos ou vidros (p.ex; vidro de bário, estrôncio, quartzo, sílica) que se encontram dispersas, preenchendo a matriz. Um agente de união (organossilanos, titanatos e zirconatos), que promove a adesão entre a carga e a matriz resinosa, completa o compósito<sup>38,41</sup>.

A matriz orgânica é representada pelos monômeros, oligômeros, polímeros, iniciadores, ativadores, inibidores, antioxidantes, estabilizadores UV, plastificadores, compostos fluorescentes e aditivos<sup>41</sup>. Na maioria das vezes, é composta por uma mistura de monômeros dimetacrilatos aromáticos e/ ou alifáticos. Os componentes mais utilizados são o Bisfenol-A Glicerolato (BisGMA), o Trietilenoglicol Dimetacrilato (TEGDMA) e o Uretano Dimetacrilato (UDMA). Além dos três monômeros mais utilizados nas resinas, outros monômeros como o BisEMA, Bis-MA, EGDMA, TE-EGDMA e outros dimetacrilatos, incluindo muitos com estruturas cíclicas, têm sido formulados e são usados por diferentes compósitos comerciais. Tanto nas resinas compostas, como nos selantes de superfície, o BisGMA, TEGDMA e UDMA formam estruturas de polímeros com grande número de ligações cruzadas.<sup>11,38</sup>.



**BisGMA: Bisfenol-A Glicerolato (Bisphenol-A glycerolate dimethacrylate)**



**BisEMA: Bisfenol-A Etoxilato (Bisphenol-A dimethacrylate)**

FIGURA 1 - Descrição dos componentes: sigla, designação e formula estrutural

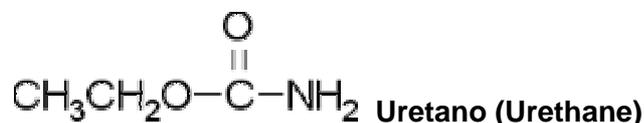
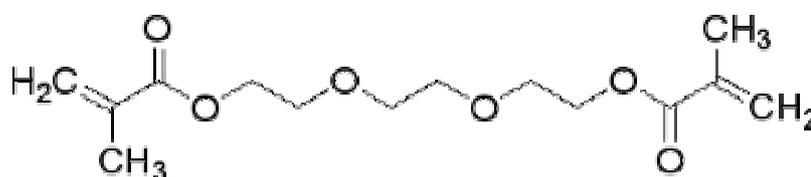
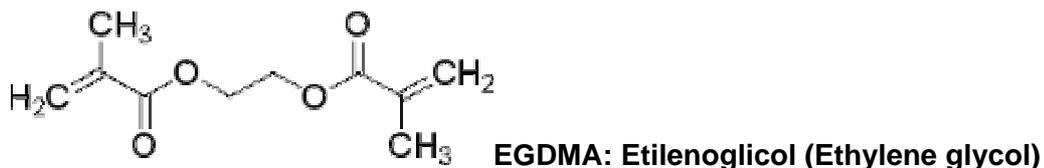
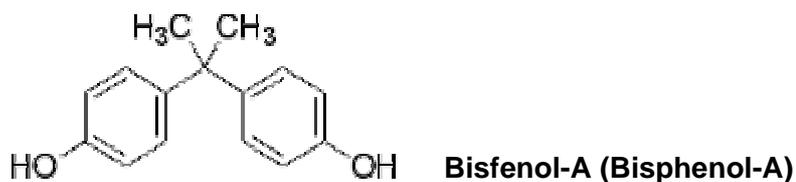


FIGURA 2 - Descrição dos componentes: sigla, designação e formula estrutural

A natureza hidrofílica dos polímeros é em grande parte função da química da ligação de seus monômeros e de seus polímeros.

Além desses componentes básicos, as resinas compostas ainda contêm um sistema ativador-iniciador que pode ser químico ou físico.

As resinas fotoativadas encontram-se dispostas em uma pasta única inserida em uma seringa protegida da luz. O sistema de iniciação dos radicais livres é composto por um fotoiniciador (canforoquinona) e uma amina iniciadora (p.ex; dimetilaminoetil

metacrilato), que reagem quando expostos à luz, em especial à luz azul (~468nm). O fotoiniciador, em particular a canforoquinona, absorve luz na região do violeta-azul (~400 a 500nm) do espectro da luz visível. A luz azul produz um estado de excitação do fotoiniciador que interage com a amina para formar radicais livres, que iniciam a polimerização por adição<sup>38</sup>.

Para uma polimerização máxima com uma conversão de monômeros de aproximadamente 50% a 60%, é necessária uma quantidade de energia de aproximadamente 16 J/cm<sup>2</sup>, para uma camada de 2mm. Isso equivale a 40s de exposição, a uma fonte de luz emitindo 400mW/cm<sup>2</sup> ou 20s a 800mW/cm<sup>2</sup><sup>38</sup>.

Procurando uma polimerização inicial lenta para as resinas fotoativadas, modos alternativos de ativação foram definidos: ativação com início lento, ativação progressiva e pulso tardio. Esse tipo de ativação promove um aumento do tempo disponível para o relaxamento ou alívio da tensão de polimerização. A técnica se inicia com uma intensidade de luz pequena e termina com uma intensidade alta, promovendo um menor grau de polimerização inicial e um alto nível de relaxamento inicial da tensão, durante os estágios precoces e, termina com uma intensidade máxima quando o ponto gel for atingido. Esse procedimento possibilita que a reação de polimerização atinja o grau máximo de conversão de monômeros possíveis, depois de grande parte da tensão já ter sido aliviada<sup>38</sup>.

Trabalho realizado por Yap em 2000<sup>66</sup>, avaliou diferentes tempos e espessuras do espécime para análise da efetividade da polimerização. Uma aplicação de luz na superfície do espécime (421,33±1,5 mW/cm<sup>2</sup>), através de uma placa de vidro, por 40 segundos (s), foi realizada. A seguir, a tira de acetato foi removida e o espécime foi analisado através da dureza Knoop, por 15s. Três espécimes foram confeccionados para cada resina e combinação de 3 espessuras dos

materiais (2mm, 3mm e 4mm). Após a leitura, foi aplicada uma nova fotoativação através da superfície do vidro, por 20s e nova leitura da dureza foi realizada. Esse procedimento foi repetido até ser completado 120s de fotoativação. As medidas de dureza da superfície e da base foram tomadas a cada intervalo de incremento e a média da dureza Knoop e a taxa de dureza (dureza Knoop da base/ dureza Knoop superfície) foram tabuladas e calculadas. As polimerizações efetivas apresentaram relação da taxa de dureza de 1:1. Após teste ANOVA e teste de Scheffés da espessura e tempo de exposição, os autores observaram que, maiores foram os valores de dureza Knoop das superfícies das bases analisadas, quanto maior o tempo de cura utilizado (de 40s a 120s). Com relação à taxa de dureza (Knoop base/Knoop superfície) o aumento no tempo de exposição resultou num aumento da taxa de dureza, e indiretamente, efetividade de polimerização nas resinas com 3 a 4mm de espessura. Por outro lado, o aumento na espessura resultou em um declínio significativo na efetividade de polimerização em todos os tempos de exposição analisados.

Outros componentes ainda são incorporados à resina para melhorar seu desempenho, durabilidade e aparência. Entre eles, pigmentos e substâncias capazes de absorver raios ultravioletas e outros aditivos, como inibidores de polimerização que aumentam a vida útil e o tempo de trabalho<sup>38</sup>.

Um inibidor típico é o hidroxitolueno butilado (BHT) que adicionado à pasta da resina pode minimizar ou prevenir a polimerização espontânea dos monômeros. Esses inibidores reagem com os radicais livres formados por uma breve exposição à luz, quando o material é dispensado para utilização clínica, inibindo a propagação da cadeia. A capacidade de inibir o processo de polimerização será possível enquanto houver inibidores, assim, quando todos forem consumidos a propagação ocorrerá<sup>38</sup>.

## 2.3 Degradação

A partir do desenvolvimento das resinas compostas, a Odontologia intensificou as pesquisas para o aprimoramento do material. Atualmente, os esforços estão em aumentar a resistência ao desgaste, melhorar o vedamento marginal na interface dente/substrato e permitir uma lisura superficial adequada e, desta forma, possibilitar a correta indicação para o uso desse material em restaurações posteriores <sup>29</sup>.

Materiais odontológicos restauradores estão expostos a várias substâncias como saliva, proteínas ricas em prolina, amilases, peroxidases, lactoferrina, mucina, imunoglobulinas, entre outras, que promovem atividade tampão, digestão, lubrificação, recobrimento tecidual, mineralização, ações antibacterianas e antivirais. Além disso, os materiais estão expostos a substâncias exógenas que contêm uma variedade de compostos químicos, incluindo ácidos, bases, sais, álcoois, oxigênio que entram em contato com o meio bucal durante alimentação e ingestão de bebidas<sup>11</sup>.

A ação de agentes extrínsecos pode provocar alterações na propriedade do material, como o desgaste da matriz orgânica e o deslocamento de partículas inorgânicas, resultando no aparecimento de lacunas que tornam a superfície irregular e tendem a favorecer o acúmulo de placa bacteriana e pigmentações, comprometendo a longevidade das restaurações e o periodonto dos pacientes <sup>24,36,43,48</sup>.

O ambiente químico é um dos aspectos da cavidade bucal, que tem uma influência apreciável na degradação *in vivo* das resinas compostas. A degradação de resinas compostas não pode ser atribuída somente ao desgaste, mas envolve também a deterioração química. *In vivo*, as resinas compostas podem ser expostas intermitente

ou continuamente à agentes químicos encontrados na saliva, alimentos e bebidas. A contração de polimerização e a difusão de umidade através dos componentes da resina podem levar à iniciação e à propagação de microfaturas na matriz da resina e na interface dente/restauração. Este processo pode promover um suprimento de agentes químicos e um caminho de difusão posterior dentro do material restaurador, resultando em uma degradação mais rápida <sup>63</sup>.

Gopferich<sup>15</sup> (1996) relata que existem muitas definições para degradação e erosão na literatura atual e algumas vezes variam consideravelmente de uma para outra. O processo de degradação descreve a cisão das cadeias durante o qual as redes de polímeros são clivadas para formar oligômeros e finalmente originar monômeros. Erosão define a perda de monômeros e oligômeros devido à saída de polímeros.

Existem tipos diferentes de degradação como foto-degradação, termo-degradação, degradação mecânica e degradação química, sendo o mais importante da degradação o químico. Há duas maneiras principais pelas quais a ligação dos polímeros pode ser clivada: passivamente por hidrólise ou ativamente por reação enzimática. A degradação de polímeros é a chave principal no processo de erosão<sup>11,15,47</sup>. O efeito final é freqüentemente referido como biodegradação, significando que a degradação é mediada, parcialmente, por um sistema biológico<sup>15</sup>.

Existem vários fatores que influenciam a velocidade da degradação: o tipo de ligação química, o pH, a composição do copolímero e a absorção de água, que são os mais importantes. Alterações químicas e físicas podem acontecer conjuntamente com a degradação de polímeros biodegradáveis, como a cristalização de oligômeros e monômeros ou, alterações de pH. Muitos desses fatores podem ter um efeito substancial de retro-alimentação na velocidade de degradação<sup>15</sup>.

Estudos têm demonstrado que polímeros são degradados e produzem pequenas moléculas através de oxidação, ataque a grupos funcionais e quebra de cadeias. Também indicam que, metacrilatos podem sofrer reação de degradação, produzindo formaldeído via oxidação, ácido metacrílico e outras moléculas, como bis-HPPP, o qual é um di-álcool deixado após separar o ácido metacrilato do BisGMA por hidrólise ou esterificação <sup>11,41</sup>.

Ferracane <sup>11</sup> ao examinar a estrutura do polímero mais comum observou que eles são monômeros heteroátomos, tendo um carbono e oxigênio ou nitrogênio em sua cadeia principal. Além disso, suas estruturas mostram a presença de grupos hidroliticamente susceptíveis, como éster, uretano e ligações éter, bem como grupos hidroxílicos.

Venz e Dickens <sup>55</sup>, em 1991, observaram diferença na absorção de água por longos períodos (6 meses) pelas redes de polímeros compostos por vários monômeros, mostrando absorção na seguinte ordem: TEGDMA>BisGMA>UDMA>HMDMA. Esta diferença foi explicada pela presença de ligações hidrofílicas de éter no TEGDMA, grupos hidroxila no Bis-GMA, ligações uretano no UDMA, e pela presença de grupos ésteres em todos, incluindo a HMDMA. A água entra na rede de polímeros através da porosidade e dos espaços intercelulares. A taxa e a duração de entrada de água é dependente da densidade da rede de polímeros e do potencial de ligação de hidrogênio e das interações polares.

A qualidade da rede que se forma durante a polimerização também irá ditar a duração na qual a entrada e o intumescimento ocorrem, quando o polímero é submerso no solvente. Redes com alta densidade de ligações cruzadas, as quais são típicas das resinas dentais, tem reduzido a absorção de solvente e de

intumescimento devido ao reduzido volume livre na rede, tanto quanto as ligações covalentes cruzadas que mantêm uma estreita proximidade das cadeias dos polímeros. É geralmente aceito que polímeros com grande quantidade de ligações cruzadas são mais resistentes à degradação, baseado no fato de existir espaços e caminhos mais limitados para as moléculas dos solventes se difundirem dentro das estruturas<sup>11</sup>.

### 2.3.1 Sorção e Solubilidade

Sabe-se que a presença de umidade na boca é um fator crucial na deterioração das resinas compostas devido à degradação química e à erosão dos materiais causada pela sorção de água na matriz da resina<sup>15,33</sup>.

Sorção é o fenômeno simultâneo de absorção (fixação de uma substância, líquida ou gasosa, no interior da massa da outra substância) e, adsorção, que é a fixação das moléculas de uma substância (adsorvato) na superfície de outra substância (adsorvente)<sup>14</sup>.

Muitas redes de polímeros são consideradas estruturas amplamente insolúveis, com relativa estabilidade térmica e química. Contudo, essas redes podem absorver água e substâncias químicas do ambiente e também podem liberar componentes para o meio. Este fenômeno de absorção e solubilidade pode servir como precursor para uma variedade de processos químicos e físicos que criam efeitos deletérios na estrutura e função dos materiais polímeros. Esses efeitos podem incluir alterações volumétricas como intumescimento, alterações físicas (plasticidade e amolecimento) e químicas (oxidação e hidrólise). As propriedades das redes podem ser permanentemente alteradas por esses eventos e o desempenho dos polímeros pode ser comprometido. É geralmente aceito que, todos os polímeros se degradam em algum

período, e nesse sentido, é apropriado sugerir que a maior diferença entre polímeros degradáveis e não degradáveis pode ser temporal. Existem muitas aplicações, nas quais, a degradação dos polímeros é aceitável e até mesmo requerida <sup>11</sup>.

Ruyter <sup>41</sup>, em 1995, estudou a presença de componentes da resina na água através da cromatografia líquida de alta performance (HPLC). Para tanto, utilizou espécimes bem curados e armazenou-os em água por um ano. Após o período de imersão o autor não observou nenhum pico na cromatografia que representasse substância orgânica presente no polímero, exceto possíveis traços de Trietilenoglicol Dimetacrilato.

Iwami et al. <sup>19</sup> analisaram as alterações de peso de vários materiais como cimento de ionômero de vidro e outros materiais restauradores, incluindo resina composta, durante imersão em água, comparando os achados com aqueles encontrados nas resinas compostas fotoativadas e ionômeros de vidro convencionais (CIV). As alterações de peso após imersão em água foram medidas utilizando-se uma balança analítica eletrônica e ajustadas de acordo com a solubilidade em água, que foi medida ao mesmo tempo em que as alterações de peso. Foram confeccionados seis espécimes de cada um dos sete materiais utilizados: três cimentos de ionômero de vidro fotoativados (Fuji Ionomer Type II LC; Photoc-Fil Aplicap; Vitrem), dois cimentos de ionômero de vidro modificados por poliácidos (VariGlass VLC; Geristore V), um cimento de ionômero de vidro convencional (Fuji Ionomer Type II) e uma resina composta fotoativada (Clearfil AP-X), sendo a seguir divididos em três grupos, de acordo com as especificações da ADA. Dois espécimes de cada grupo foram imersos em frascos de vidro preenchidos com 50ml de água destilada a 37°C por seis semanas. De acordo com a ISO 4049, os espécimes foram removidos da água e pesados após 1 minuto. Os pesos foram obtidos diariamente durante a primeira semana, depois uma vez por

semana, nas seis semanas seguintes. Após a pesagem, os espécimes foram transferidos para um frasco novo preenchido com 50ml de água destilada. Os frascos foram acondicionados em estufa à 37°C até os espécimes serem novamente pesados. Os frascos iniciais, nos quais os espécimes foram removidos, foram secos em estufa por 12h a 90°C e 1h a 150°C em dessecador e, a seguir, os frascos foram pesados para se obter um fator da solubilidade em água. Os autores observaram que a maior quantidade de absorção de água ocorreu nos cimentos de ionômero de vidro fotoativados, e estes absorveram mais água do que as resinas compostas modificadas por poliácidos, enquanto que as resinas compostas apresentaram os menores valores de absorção.

Ferracane e Condon <sup>12</sup>, em 1990, analisaram a alteração do peso de uma resina composta microparticulada fotoativada (Silux, 3M, St.Paul, MN) e para tanto, confeccionaram 50 corpos-de-prova, na forma de discos de 2 x 4mm, que foram submetidos a duas exposições de 20s. Imediatamente após a polimerização, cada espécime foi removido do molde e pesado em uma balança analítica (peso inicial) com 5 casas de precisão. Dez minutos após a polimerização, cada espécime foi colocado num recipiente contendo 10ml de água destilada ou em uma solução de 75% etanol/água destilada, representando o um fraco e um bom solvente para as resinas, respectivamente. A rápida imersão dos espécimes foi realizada uma vez que se acredita ter uma relevância clínica maior do que permitir uma polimerização por 24 horas, antes de iniciar o processo de agitação, realizado em outros estudos. Dez espécimes foram confeccionados para cada solução, para cada um dos 5 diferentes períodos de armazenamento. Após serem agitados por 3, 6, 24, 72 ou 144 horas a 37°C de temperatura, os espécimes foram removidos dos solventes, secos com papel absorvente e pesados (peso úmido). Os discos que ficaram 3, 6 e 24h foram novamente pesados após serem colocados em um dessecador contendo sulfato de cálcio a 23°C, até o

peso ser constante (1 mês). Diante disso, os autores deixaram os espécimes de 72 e 144h em recipiente a vácuo (250mmHg) com temperatura constante de 60°C por 24h. Esse procedimento foi realizado para eliminar 90% do solvente absorvido nas primeiras 24h da dessecação. A porcentagem de solvente absorvido, para cada espécime, foi calculada a seguinte forma:  $100\% \times (\text{peso úmido} - \text{peso seco}) / \text{peso inicial}$ ; a porcentagem de eluição foi calculada como:  $100\% \times (\text{peso inicial} - \text{peso seco}) / \text{peso inicial}$ . Os autores observaram que imersão por mais de 24h leva à absorção permanente do solvente.

Para as resinas compostas, a absorção de água pode levar a um enfraquecimento da matriz da resina e à quebra da interface resina/material de preenchimento. Momoi e McCabe<sup>28</sup> investigaram a relação entre as forças de deslocamento e a absorção de água dos seguintes materiais: Opalux, P-50, Silux Plus, Heliomar e Clearfil. Cento e dez espécimes (25x2x2mm) foram armazenados em água destilada à 37°C por seis meses, sendo pesados a intervalos regulares durante todo o período de estudo. Os autores explicaram que os espécimes utilizados para avaliar a absorção de água neste trabalho não tinham a forma de disco usual utilizado na maioria dos estudos. Normalmente, espécimes em forma de disco fino, com menos de 1mm de espessura, têm sido utilizados no sentido de se conseguir um equilíbrio na captação de água em intervalo curto de tempo. Nesse estudo, os autores utilizaram espécimes cilíndricos no sentido de se observar absorção de água em longo período de tempo e para relacionar este fato com a expansão higroscópica. Como esperado, a absorção de água aumentou continuamente durante o período de seis meses de observação, sugerindo que existiam ainda regiões dentro dos espécimes que não estavam totalmente saturadas. Os autores concluíram que, embora a expansão inicial das resinas compostas imersas em água possa ser benéfica, compensando os efeitos de contração, a longo prazo, a

absorção de água e expansão continuada, podem produzir pressões que comprometem a integridade dos materiais restauradores.

Um outro estudo de longo período foi realizado por Martin e Jedynakiewicz <sup>25</sup>, em 1998, que avaliaram as alterações dimensionais e de peso ocorridas pela sorção de água em materiais resinosos. Para tanto, foram utilizados um compômero (Dyract) e resinas compostas micro-híbridas (Prisma TPH) e dual (Dicor MGC). As amostras foram mantidas em dessecador por 48 horas e depois, pesadas e medidas. Em seguida foram armazenadas em água deionizada a 37°C e analisadas novamente depois de 48 horas por 14 dias, a cada 5 dias por 2 meses, depois a cada 30 dias, por 12 meses e, por fim, a cada 3 meses até completar 24 meses. Foram observadas mudanças significativas na porcentagem de ganho de peso e expansão linear nos primeiros 90 dias das resinas e durante 150 dias do compômero. A expansão higroscópica do Dyract foi estatisticamente maior do que as das resinas.

Örtengren et al. <sup>33</sup> buscaram determinar se o pH e o tempo de imersão influenciam na sorção de água e no comportamento da solubilidade de resinas compostas. Foram avaliadas três resinas compostas em quatro tempos de estocagem (1, 7, 60 e 180 dias). As leituras do pH do meio foram realizadas antes e após o período. Os autores observaram que o pH e o tempo influenciaram significativamente na sorção e no comportamento de solubilidade dos materiais estudados.

A polimerização de radicais livres de monômeros de dimetilmetacrilato produz uma cadeia polimérica com alta quantidade de ligações cruzadas, mas também deixa monômeros, promotores de polimerização e oligômeros não reativos. Estes componentes são capazes de se dissolverem da rede, e assim, constituem uma preocupação biológica. Estudos têm identificado sub-produtos de degradação, como o ácido metacrílico, formaldeído e moléculas

específicas de metacrilato, que são capazes de serem quelantes para resina dentais<sup>11</sup>. A Figura 2 ilustra os fatores que afetam as propriedades higroscópicas e hidrolíticas das redes de polímeros<sup>11</sup>.

Outra preocupação entre os profissionais é a amplitude da variação térmica à qual a boca está potencialmente exposta. Assim, um levantamento com 60 estudantes de odontologia, sexo feminino e masculino, com faixa etária entre 18 a 24 anos, constatou que a superfície vestibular dos dentes anteriores inferiores e as superfícies linguais dos dentes anteriores superiores, estão mais expostas a maior variação de temperatura durante a ingestão de líquidos, expondo os dentes anteriores à temperaturas próximas a 70°C quando da ingestão de bebidas quentes, e à temperaturas próximas a 0°C, quando do consumo de bebidas geladas<sup>5</sup>.

Yap e Wee<sup>65</sup> em 2002 investigaram os efeitos das alterações cíclicas da temperatura na absorção de água e na solubilidade de quatro resinas compostas (Silux Plus, Z100, Ariston pHc e Surefil). Os corpos-de-prova foram confeccionados e estocados em um dessecador, mantidos a 35±1°C, até a massa ser constante. Posteriormente, os espécimes foram divididos em três grupos. O grupo 1 foi estocado em água destilada 35°C por 178h. O grupo 2 foi estocado em água destilada a 35°C por 173h e sujeitos às 5h de termociclagem com uma temperatura máxima de 45°C e o grupo 3, estocado em água destilada a 35°C por 173h e sujeitos a 5h de termociclagem com uma temperatura máxima de 60°C. Após o condicionamento, a massa foi medida e os espécimes recondicionados até a massa ser constante. O volume dos espécimes foi obtido através do cálculo da razão entre a absorção de água/ solubilidade. Os autores concluíram que, a absorção de água foi maior do Silux Plus a 60°C e do Z100 a 45°C. A absorção de água do Ariston pHc e do Surefil não foi afetada pela termociclagem. A termociclagem não alterou a solubilidade de nenhum dos materiais testados. Os autores discutem que

os efeitos da alimentação, bebida e respiração podem trazer mudanças na temperatura intrabucal. O estresse térmico pode provocar alteração do coeficiente de expansão térmica, levando a uma fratura na interface dente-restauração. Outras possibilidades seriam alterações no tamanho dos espaços que levariam a uma maior entrada e saída de fluidos patogênicos para o interior das fendas.



FIGURA 3 - Vista geral dos fatores que afetam as propriedades higroscópicas e hidrolíticas das redes de polímeros<sup>11</sup>

### 2.3.2 Rugosidade superficial

Cuidados para que haja uma compatibilidade entre o material e os tecidos gengivais estão principalmente relacionados à prevenção de retenção de placa. Desde 1970, mais de 20 artigos científicos têm claramente indicado que a rugosidade das superfícies bucais resulta em um aumento na taxa de crescimento da maturação da placa supragengival e, portanto, induzindo a inflamação gengival<sup>37</sup>.

A preocupação com a aderência da placa associada a uma lisura de superfície ideal é antiga. Assim, logo do surgimento das resinas compostas, em 1962, as pesquisas relacionadas ao acabamento e polimento da superfície foram iniciadas. Em 1975, Weitman e Eames<sup>58</sup> procuraram determinar a taxa de acúmulo da placa bacteriana na superfície de restaurações de resina composta através de MEV, com relação a técnicas de polimento utilizadas. Os autores concluíram que, embora muitos agentes tenham propriedades excelentes para acabamento das resinas, nenhum dos materiais testados produziu superfícies ideais de acabamento.

Segundo Quirynen<sup>37</sup>, em 1994, a rugosidade de sólidos com valores iniciais de rugosidade média (Ra) inferiores a  $0,1\mu\text{m}$  não teve efeito na aderência bacteriana, mas a rugosidade produzia alguma influência, dependendo da energia de superfície ou tensão superficial (tensão interfacial, em geral entre um líquido e uma superfície sólida, que ocorre em virtude das forças intermoleculares não balanceadas; energia por unidade de área de superfície). A importância relativa de ambos os parâmetros (energia de superfície e rugosidade superficial) na formação da placa supragengival foi examinada *in vivo* através da observação da formação de placa sobre tiras de poliéster (com baixa e média energia livre de superfície) na qual metade era lisa (Ra de  $0,1\mu\text{m}$ ) e a outra

metade áspera ( $Ra > 2.0\mu\text{m}$ ). A rugosidade superficial aumentou em 4 vezes a formação de placa em todos os polímeros. Embora a rugosidade de polímeros com baixa energia de superfície pudesse resultar num aumento do ângulo de contato, as diferenças interpolímeros quase desapareceram quando a medida da rugosidade foi considerada, indicando um domínio da rugosidade superficial. O autor concluiu que quando os valores de Ra estavam abaixo de  $0,2\mu\text{m}$ , nenhuma alteração mais significativa na quantidade total, nem na patogenicidade das bactérias aderidas pôde ser detectada.

Yamamoto et al.<sup>60</sup>, em 1996, procuraram avaliar, através de análise em MEV, a aderência de *Streptococcus oralis* na superfície de resinas compostas que apresentavam diferentes rugosidades superficiais. Os autores não observaram nenhuma relação entre os valores da rugosidade superficial, que variaram entre  $0,2\mu\text{m}$  a  $3,0\mu\text{m}$  e a adesão bacteriana, uma vez que o *Streptococcus oralis* aderiu firmemente nas partículas de preenchimento em todas as superfícies das resinas compostas analisadas. Assim, é sabido que placa bacteriana se acumula na superfície rugosa das restaurações, favorecendo o desenvolvimento da doença periodontal. Um rugosidade de  $0,2\mu\text{m}$  já é considerada como um limite crítico, o qual as bactérias irão aderir à superfície<sup>20,60</sup>.

Nas linhas de pesquisa sobre a efetividade de técnica e material para acabamento e polimento da superfície de resinas compostas, numerosos trabalhos foram e ainda são realizados<sup>6,50,54</sup>. Porém, indiscutivelmente, os valores alcançados por esses métodos não se igualam aos valores obtidos na polimerização pela tira de poliéster. A média de rugosidade obtida pela técnica de acabamento e polimento, com borracha abrasiva ( $0,18 \pm 0,10\mu\text{m}$ ), ponta multilaminada ( $0,43 \pm 0,20\mu\text{m}$ ), disco de feltro com pasta diamantada ( $0,23 \pm 0,08\mu\text{m}$ ) e por discos de óxido de alumínio ( $0,28 \pm 0,04\mu\text{m}$ ) revelam diferenças significativas quando

comparado à superfície controle, obtida pela matriz de poliéster ( $0,06\pm 0,02\mu\text{m}$ )<sup>6,54</sup>.

O efeito de diferentes meios de estocagem sobre a micromorfologia superficial dos materiais resinosos foi estudado por Turssi et al.<sup>53</sup>, em 2002. Foram utilizados para o estudo, um CIV modificado por resina (Fuji II LC), um compômero (Dyract AP), uma resina microparticulada (Durafill VS) e uma microhíbrida (Filtek Z250). Após a confecção dos corpos-de-prova e tratamento de superfície, foram realizadas as medidas de rugosidade superficial média inicial (Ra) e os espécimes divididos, aleatoriamente, em três grupos de 15 amostras. Em seguida, os mesmos foram armazenados nos seus respectivos meios de imersão. Os grupos I e II foram, imersos em água destilada e saliva artificial por 24 h, a 37°C. O grupo III foi submetido ao modelo de ciclagem dinâmica de pH, no qual as amostras foram imersas, por 6h, em solução ácida pH 4,3, e, 18h, em saliva artificial pH 7 a 37°C. Esses procedimentos foram repetidos ininterruptamente por 10 dias. Ao final do condicionamento foram realizadas as leituras da rugosidade. Os resultados indicaram que os valores de Ra dos materiais aumentaram significativamente quando sujeitos à ciclagem de pH, quando comparadas à água destilada e à saliva artificial. Assim, o CIV modificado por resina apresentou a maior rugosidade em todos os meios de armazenamento e, a resina microparticulada a superfície mais lisa. Não foi observada diferença significativa na rugosidade dos materiais armazenados na água destilada e saliva artificial. Amostras representativas de cada grupo foram selecionadas para exame em MEV. Foi observada alteração micro-morfométrica em aumento de 3000X. A resina microparticulada apresentou protrusão de partículas, provavelmente como resultado da degradação da matriz. O CIV modificado por poliácidos e o compósito híbrido mostraram lacunas que podem ser atribuídas à degradação ao redor da matriz inorgânica ou no silano.

Em 2001, Abu-Bakr et al.<sup>1</sup> reiteraram seus trabalhos sobre o efeito do álcool das bebidas, do baixo pH e da água deionizada, avaliando a rugosidade superficial de materiais híbridos (compômeros e CIV modificado por resina). A metade da superfície dos corpos-de-prova foi revestida com verniz. Os espécimes foram imersos nas soluções por 10 dias a 37°C e, ao término desse período, foi realizada a análise da textura superficial em um microscópio de varredura a laser. Os corpos-de-prova imersos no suco de laranja apresentaram os maiores valores de Ra e Rz, quando comparado aos imersos em Coca-Cola e água deionizada. As imagens a laser mostraram diferenças significativas entre a parte revestida com verniz e a não revestida, principalmente, nos espécimes imersos em baixo pH, evidenciando a ação sobre a superfície não coberta. Os resultados mostraram que a alteração da rugosidade superficial foi estatisticamente significativa para os espécimes imersos na bebida alcoólica e de baixo pH, causando deterioração da superfície dos materiais. Os autores afirmam que, essa alteração da rugosidade poderia ser detectada clinicamente pela perda de brilho da superfície.

Souza et al.<sup>48</sup> avaliaram a rugosidade superficial de uma resina composta microhíbrida (Esthet-X) exposta à soluções com diferentes pH e diferentes tempos de imersão. Foram utilizados três diferentes bebidas, uma destilada (vodka-7,3pH), um energético (RedBull-3,5pH) e uma fermentada (cerveja- 4,5pH), em três tempos de análise (inicial, 7 dias e 14 dias). As amostras de 10mm de diâmetro por 2mm de espessura foram obtidas em incremento único, fotopolimerizadas em duas aplicações de 30seg. As amostras foram expostas aos meios de imersão durante 01 hora diária, seguindo às 23 horas restantes em água deionizada, em estufa à 37±1°C. A análise da rugosidade Ra (µm) foi realizada antes da exposição e, após 7 e 14 dias de imersão. Os resultados revelaram um aumento progressivo da rugosidade superficial das amostras imersas em energético, seguido pelo grupo da bebida

fermentada, que apresentou aumento aos sete dias e queda da rugosidade aos 14 dias, que foi semelhante ao grupo destilado, que não mostrou alteração dos valores entre as leituras. Os autores concluíram que o efeito causado pelo pH ácido, associado ao tempo de imersão progressivo, alterou significativamente a rugosidade de superfície da resina composta.

Badra et al.<sup>3</sup>, em 2005, estudaram a microdureza e rugosidade superficial de 3 resinas compostas com relação à imersão em 4 bebidas (café, cachaça, coca-cola e água destilada). Para preparação dos corpos-de-prova (n=72), as resinas foram acondicionadas num molde de aço inox, medindo 100mm de diâmetro por 2mm de espessura, onde as resinas foram inseridas em incremento único. Após a colocação da tira de poliéster, o material foi compactado com uma lâmina de vidro para microscopia e peso de 1,650g, para se obter uma superfície final lisa e plana. Após 30 segundos, o peso foi retirado e o material polimerizado por 40 segundos, em  $450\text{mW}/\text{cm}^2$ , e, a seguir, estocados em saliva artificial. A microdureza e a rugosidade superficial da superfície superior dos corpos-de-prova foram mensuradas após os períodos de 24h, 7 dias, 30 dias e 60 dias após a confecção dos mesmos. Quatro subgrupos foram aleatoriamente formados (n=6) de acordo com as bebidas (café, cachaça, coca-cola e água destilada). As amostras do grupo controle permaneceram estocadas em saliva artificial por 60 dias. Os espécimes foram estocados em saliva artificial por 4 h, a seguir imersos por 5 minutos em 50ml da bebida de estudo, sob agitação e retornavam para saliva artificial. Após 4 horas foram novamente imersos por 5 minutos na bebida de estudo (sob agitação) e retornaram por um período adicional de 16 horas. A seguir, eram colocados novamente na bebida de estudo por mais 5 minutos para finalizar o ciclo. A microdureza e rugosidade superficial foram reanalisadas nos intervalos de 7, 30 e 60 dias. As bebidas foram utilizadas em suas temperaturas usuais: café a 60°C,

Coca-Cola a 4°C e cachaça a 25°C. Os maiores valores de rugosidade superficial e microdureza foram alcançados em 7 dias. Após esse período, os valores decaíram e ficaram abaixo dos valores iniciais (30 e 60 dias). Aumentar o volume de carga nos compósitos tem resultado em uma menor absorção de água, levando, portanto, a uma menor degradação da superfície. Isto poderia explicar porque a resina híbrida Z250 obteve os melhores resultados.

O etanol pode também ter um efeito contrário, tornando as resinas muito moles para suportar a abrasão causada pela mastigação. Acredita-se que o amolecimento da matriz das resinas possa favorecer a remoção de partículas de carga da matriz durante a mastigação permitindo, portanto, a formação de uma superfície rugosa<sup>3</sup>.

Joniot et al.<sup>20</sup> em 2006, avaliaram a rugosidade superficial de quatro resinas [Dyrac AP (Dentsply), Dyract Flow (Dentsply), SureFil (Dentsply) e Esthet-X (Dentsply)] após polimento, comparando dois sistemas de avaliação: um rugosímetro óptico de alta resolução e um rugosímetro mecânico convencional. O rugosímetro mecânico é um método táctil bidimensional que utiliza uma ponta palpadora diamantada. A sensibilidade desta técnica está na ordem de 0,01µm. Quando a rugosidade é mínima, a resolução do sensor é insuficiente e medidas ópticas são necessárias. O rugosímetro óptico digital é um método de análise tridimensional na qual é obtida uma representação quantitativa e qualitativa das saliências. É um método sem contato mecânico e o modo de mensuração é realizado por um feixe óptico. As características dos componentes ópticos dão uma resolução nanométrica sobre uma área de cerca de 100µm<sup>2</sup>. Os autores concluíram que, o rugosímetro mecânico trabalha em uma escala de rugosidade relacionada à textura da superfície, a qual pode resultar de traços deixados pelos materiais de polimento, enquanto o rugosímetro óptico detecta microrugosidades, as quais geralmente refletem a estrutura do material analisado.

### 2.3.3 Potencial hidrogeniônico (pH)

Os produtos de degradação influenciam o pH no meio de degradação, tanto quanto, no interior dos poros<sup>15</sup>.

A água penetra na maioria dos polímeros, podendo ser acompanhado por intumescimento. A entrada de água desencadeia a degradação química do polímero, levando a formação de oligômeros e monômeros. A degradação progressiva altera a microestrutura da resina através da formação de poros, por onde os oligômeros e monômeros são liberados. Ao mesmo tempo, o pH dentro dos poros começa a ser controlado pelos produtos da degradação. Finalmente, oligômeros e monômeros são liberados, levando a uma perda de peso dos polímeros<sup>15</sup>.

Nicholson et al.<sup>31</sup> procuraram determinar a interação de quatro resinas compostas modificadas por poliácido (Compoglass F; Dyract AP; Hytac e Ana Compomer) em solução de ácido láctico em meio aquoso, comparando com as alterações observadas em um cimento de ionômero de vidro (AquaCem) e uma resina composta convencional (Pekafill). Para cada material, foram preparados e pesados cinco espécimes cilíndricos, com dimensão de 4mm de diâmetro e 6mm de altura. Eles foram estocados individualmente em frascos contendo 2,0cm<sup>3</sup> de 0,02 mol l<sup>-1</sup> de uma solução de ácido láctico por uma semana e, então, o pH foi determinado e os espécimes foram pesados novamente. A solução de ácido láctico foi trocada e os espécimes foram estocados por mais uma semana, após o qual o pH e o peso foram novamente mensurados. Isto foi repetido em intervalo de uma semana até completar seis semanas. Todas as quatro resinas modificadas por poliácidos aumentaram o pH das soluções em todos os intervalos de tempo pelo menos em 0,26 unidades de pH. Este efeito foi semelhante ao do cimento de ionômero de vidro, porém, significativamente maior que os observados

na resina composta (Pekafil), a qual, por outro lado, não apresentou efeito no pH. O aumento observado no pH reduziu significativamente com o tempo. Após uma semana, todas as alterações de pH foram acompanhadas pela redução na massa de todos os espécimes, indicando susceptibilidade à erosão pelo ácido. Todas as resinas compostas modificadas por poliácido se mostraram capazes de aumentar o pH da solução de ácido láctico na qual estavam estocadas. O efeito foi repetido por até seis semanas com o ácido láctico sendo trocado semanalmente. Este efeito foi semelhante ao comportamento do CIV (AquaCem), embora menos pronunciado. Contudo, o efeito foi maior do que da resina convencional (Perkafil), não exibindo nenhum efeito neutralizante. Em todas as resinas compostas modificadas por poliácidos, a alteração de pH na solução externa foi acompanhada pela diminuição na massa a partir da primeira semana. O Compoglass F e a Ana Compomer mostraram um aumento inicial na massa durante a primeira semana, um efeito, que pode ser atribuído, principalmente, à absorção de água. Uma resina composta modificada por poliácido, a Hytac, foi mais resistente à erosão e à perda de massa, conseqüentemente, teve o menor efeito no pH da solução. As resinas compostas também mostraram um ligeiro ganho de massa durante a primeira semana, menor do que os ganhos observados nas resinas modificadas por poliácidos, embora nenhuma alteração da massa fosse observada entre a primeira semana e sexta semana.

Prakki et al.<sup>36</sup> fizeram um levantamento bibliográfico sobre a influência de diferentes pH na degradação de materiais à base de polímeros. Os autores constataram que, os produtos do metabolismo bacteriano na boca são, o ácido acético, o ácido propiônico e o ácido láctico. Conseqüentemente, são usados os meios de estocagem de pH 4.0 para estudos que envolvam a influência de pH sobre as propriedades das resinas. Porém, o meio alcalino também se mostrou danoso à resina composta. Durante o levantamento, os autores verificaram que solução

de hidróxido de sódio 0.1N (60°C) leva a mudanças estruturais na camada subsuperficial das resinas, com formação de fratura entre as partículas de preenchimento e a matriz, com dissolução parcial e esfoliação das partículas inorgânicas, sendo as variações dependentes do tipo de resina.

Meios com pH 5,0 e 7,0 levam a perda de material resinoso por desintegrações similares e no pH 3,0 essa perda apresenta-se mais pronunciada, alterando a integridade superficial, com formação de trincas e rachaduras<sup>48</sup>.

Örtengren et al.<sup>34</sup> em 2004, analisaram através da espectrofotometria de fluorescência a influência do pH e do tempo na degradação e perda de íons da matriz orgânica da resina composta Z100. O espectrofotômetro foi utilizado para identificar 6 substâncias orgânicas (ácido metacrílico, metil-metacrilato, hidroquinona, etilenoglicol dimetacrilato, trietilenoglicol dimetacrilato e o 4,4'-isopropylidenedifenol) que foram liberadas da resina composta estocada por 24 horas ou seis meses, em pH 4.0, 6.0 ou 8.0. Um relativo padrão de liberação das substâncias em diferentes tempos de estocagem e condições de pH ainda não está claro. Pode-se observar que as principais substâncias liberadas nas amostras, tanto de 24 horas, como as de 6 meses, foram o MA, o TEGDMA e a hidroquinona. No líquido de 24 horas, a maior substância liberada foi o MA, enquanto nas amostras de 6 meses dominou o TEGDMA. O presente estudo mostrou uma liberação menor de todos os componentes quando estocados num alto pH após longo período de tempo. Como o pH varia na cavidade bucal e tem a capacidade de afetar a taxa de eluição, estudos sobre a resistência ao desgaste das resinas compostas, a absorção e solubilidade e, as análises de degradação das resinas após estocagem em diferentes soluções de pH, são importantes para aumentar as melhorias das resinas compostas. Os autores concluíram que, uma combinação crítica do tempo e de pH permitiu a

perda de muitas substâncias orgânicas, predominantemente do ácido metacrílico, do Trietilenoglicol Dimetacrilato e da Hidroquinona.

De acordo com Souza et al.<sup>48</sup>, o meio de imersão ácido degrada a matriz resinosa e expõe as partículas de carga inorgânica, ação essa, fundamentada na interação solvente-polímero. Os ácidos ao entrarem em contato com o polímero substituem as ligações secundárias entre as macromoléculas (pontes de hidrogênio) e diminuem a interação entre elas, fazendo com que uma molécula do polímero deixe de interagir com a outra e, com isso, ocorra a diminuição da dureza do material.

#### **2.4 Ação de bebidas alcoólicas na resina composta**

Limitado número de estudos foram realizados avaliando o efeito de colutórios bucais nos materiais restauradores estéticos. Penugonda et al.<sup>35</sup> avaliaram seu efeito na dureza de resinas compostas após 6 meses. Os resultados do estudo indicaram que o álcool presente pode afetar a dureza da resina, e, o amolecimento da superfície pode estar diretamente relacionado ao volume de álcool dos enxaguatórios.

Settembrini et al.<sup>44</sup> dando continuidade aos seus estudos prévios, investigou se os enxaguatórios bucais poderiam também afetar ou alterar a cor de uma resina composta híbrida analisada. As amostras foram imersas em 20ml de suas respectivas soluções, por 2min diários, sob agitação constante, por um período de 6 meses. Os resultados indicaram que a maioria dos enxaguatórios bucais testados causaram uma variação na coloração da resina híbrida, embora para os autores, essas alterações não tivessem significância clínica.

Gurgal et al.<sup>16</sup> se propuseram a avaliar as possíveis alterações na microdureza superficial de materiais restauradores estéticos. Após a confecção dos espécimes, esses foram imersos em seus respectivos enxaguatórios bucais por 12 horas a 37°C, (correspondendo a 1 ano de uso diário por 2min, de acordo com GÜRGAN et al.<sup>17</sup>) com agitações a cada 3 horas, para promover a homogeneidade. Após a análise dos resultados, os autores observaram um amolecimento superficial dos espécimes. O amolecimento da superfície ocorreu na resina composta pelo uso de enxaguatórios de baixo pH, no CIV em solução com maior volume de álcool e no compômero, em solução enxaguatória de alto pH.

Cavalcanti et al.<sup>8</sup> avaliaram o efeito de várias marcas comerciais de enxaguatórios bucais (Listerine<sup>®</sup>, Reach<sup>®</sup>, Plax<sup>®</sup> e Periogard<sup>®</sup>) na microdureza e desgaste de resina composta (TPH Spectrum e Esthet-X / Dentsply) e compômero (Dyract Posterior/ Dentsply) e concluíram que, o efeito dos enxaguatórios na dureza e no desgaste depende do material. Estatisticamente não foi observada interação entre os produtos e os tempos, embora as maiores médias fossem registradas depois da primeira imersão, para todos os grupos.

Outra linha de pesquisa bastante utilizada para estudo da degradação de compósitos é a simulação de líquidos de alimentação (FSL). Os FSL consistem em heptano, que simula manteiga, carnes gordurosas e vegetais oleosos, e soluções de etanol/água a 50% e ácido cítrico que simulam certas bebidas, vegetais, frutas, doces e xaropes<sup>61</sup>.

Kao<sup>21</sup> estudou a superfície de materiais restauradores após a imersão em líquidos que simulam alimentação, avaliando a microdureza. A análise dos dados revelou que a dureza foi maior na superfície polida, por ser mais rica em partícula de carga, quando comparada à superfície sem polimento, que é rica em matriz orgânica.

Resinas com matriz à base de UDMA são significativamente mais susceptíveis às soluções do que as com matriz BisGMA. As soluções de etanol a 75% e 50% causaram a maior redução na dureza dos materiais. O autor afirma que resinas compostas com matrizes similares tendem a ter comportamento semelhante nas soluções.

Yap et al.<sup>64</sup> estudaram a influência do processo de polimerização na resistência à degradação química de resinas compostas. Para isso utilizou duas fontes de luz (halógena e LED), uma resina composta (Z100) e líquidos que simulam a alimentação (FSL). Além do FSL foi utilizada água destilada para simular a saliva e água, enquanto as amostras secas foram utilizadas para controle. Para a polimerização foram definidos dois parâmetros de ativação, um padrão (40s a 800mW/cm<sup>2</sup> para luz halógena) e um exponencial (40s divididos em, 15s com elevação gradativa de 100 a 800mW/cm<sup>2</sup> e mais 25s a 800mW/cm<sup>2</sup> para luz halógena) Após o teste de microdureza, os autores concluíram que o modo de polimerização exponencial pode tornar susceptível a superfície da resina a soluções, tanto aquosa, quanto de ácido cítrico. Entretanto, não foi observada diferença entre as fontes de ativação, nem entre os modelos de polimerização, na degradação causada pela solução de etanol.

Segundo Wu e McKinney<sup>59</sup> e McKinney e Wu<sup>26</sup> um dos componentes da dieta que deve ser investigado é o consumo de bebidas alcoólicas. É sabido que a mistura de etanol e água leva a um aumento no desgaste de resinas em estudos experimentais.

Estudos como os de Asmussem<sup>2</sup> e de Ferracane e Marker<sup>13</sup> demonstraram decréscimo na resistência à compressão e a fratura de resinas expostas a etanol. Redução entre 30-40% nos valores de resistência a fratura de resinas estocadas em solução de 75% etanol/água por períodos de 2 a 14 meses, foi observado por Ferracane e

Marker<sup>13</sup>, embora tenham utilizado concentrações de etanol maiores do que as encontradas na maioria das bebidas alcoólicas. Segundo os autores, não se sabe ainda se o conteúdo de álcool das bebidas alcoólicas pode ter um efeito negativo na resistência ao desgaste de resinas compostas.

Vieira e Garone Filho<sup>56</sup> buscaram esclarecer os diferentes comportamentos das resinas compostas entre os pacientes que apresentavam restaurações que não só manchavam mais rapidamente, como também, apresentavam menor durabilidade, com sinais de deterioração superficial. Isso porque, mesmo recomendando aos pacientes para não fazerem uso ou ingestão de alimentos corantes, como por exemplo, café, chá, coca-cola, sucos artificiais e batons, nas primeiras horas após a realização de restaurações estéticas com resina composta, o comportamento dessas restaurações variavam entre os pacientes, o que, a primeira vista, poderia ser explicado pelo maior ou menor consumo de alimentos corantes. Porém, foi notado que em alguns pacientes, o comportamento era diferente e, através de uma anamnese presumiram que um agente extrínseco poderia estar potencializando a ação dos agentes corantes. Os autores estudaram, através de espectrofotometria, a influência do álcool na estabilidade de cor de resinas compostas em contato com o café. Utilizando duas resinas microparticuladas e duas híbridas, os autores submeteram as amostras à estocagem em café, sendo que um grupo fez imersão prévia em bebida alcoólica. Os resultados mostraram que o grupo que fez imersão prévia em álcool, apresentou mudança de cor às custas da alteração da luminosidade, constatando que o álcool teve influência significativa na alteração de cor. Os autores afirmam que o álcool não atuou como corante e sim, como um solvente, facilitando a penetração do café, alterando sua luminosidade.

Um estudo atual mostrou que, devido ao baixo pH, o etanol pode produzir erosão e alterar alguma das propriedades do

compósito. O desgaste da resina composta aumenta com o aumento da porcentagem de etanol da solução <sup>43</sup>.

Sarrett et al.<sup>43</sup> em 2000, analisaram o efeito de bebidas (cerveja, vinho, solução de 9%vol etanol/água e água deionizada) no desgaste da resina composta. Para tanto, foram preparadas pastas abrasivas contendo, além da bebida, semente ou arroz branco triturada. Após a confecção das pastas foi realizado o teste de desgaste de cinco diferentes resinas compostas (Herculite XR, Prisma-Fil, Silux Plus, P-50 e Z100). Os resultados revelaram que a pasta abrasiva preparada com vinho apresentou uma capacidade 30% maior de desgaste sobre as resinas compostas analisadas. Os autores acreditam que este fato pode estar relacionado a uma concentração maior de etanol presente no vinho (9vol%) comparado com a cerveja (5vol%). A quebra na interface do agente de união (matriz/preenchedor) causada pela absorção de água e, conseqüente degradação hidrolítica da superfície dos preenchedores, aumentou o desgaste das resinas compostas.

## **2.5 Citotoxicidade e ação estrogênica**

Olea et al.<sup>32</sup> em 1996, demonstraram, através de cultura de célula e coleta de saliva, que Bisfenol-A e Bisfenol-A Dimetacrilato, presentes na resina composta à base de BisGMA e selantes de superfície usados na odontologia são estronêgicos. Os autores relatam que 90-931µg de Bisfenol-A foi identificado na saliva coletada e diante dos resultados concluíram que isso pode representar fontes adicionais de exposição de humanos a xenoestrógenos.

Após a publicação desse trabalho ficou a pergunta de quanto é seguro o uso de resinas com BisGMA utilizados na odontologia.

Muitos clínicos ficaram alarmados de muitos desses materiais estarem sendo implicados como estimuladores estrogênicos. Para esclarecer o assunto Söderholm e Mariotti <sup>46</sup>, em 1999, exploraram três linhas de estudo: a química do BisGMA e o seu uso na boca; ação dos hormônios esteroidais no corpo e na boca e várias teorias de como as resinas à base de Bisfenol-A podem afetar tecidos sensitivos a estrógenos.

O grau de conversão dos oligômeros em polímeros depende da composição das resinas e sua distância da superfície do dente. Conversão entre 60-75% é esperada na maioria das resinas, embora níveis de polimerização inferiores a 30% sejam encontrados na profundidade. Níveis inferiores de conversão parecem estar associados com grande eluição de componentes livres das resinas compostas. Uma forte correlação inversa tem sido encontrada entre a quelação das resinas dos componentes de BisGMA e a conversão dos monômeros. A quelação dos monômeros alcança níveis de conversão em 60% <sup>32</sup>.

Em nove resinas comerciais estudadas, a quantidade de BisGMA residual medida ao final do tempo avaliado variava entre 0,4-1,2% do peso original após a polimerização. Quantidade de monômeros residuais de até 1/10 da liberação inicial foram eluídas em água por um período de até 14 dias <sup>40</sup>.

Baseado nas pesquisas existentes, os autores concordam que as impurezas certamente podem estar presentes em algumas resinas à base de BisGMA. Essas impurezas quando liberadas das restaurações são potencialmente estrogênicas. Sobre condições extremas, essas impurezas são capazes de induzir fraco efeito estrogênico nos tecidos alvos. Entretanto, a quantidade de Bisfenol-A que pode estar presente como impureza ou como produto de degradação da restauração, incluindo selantes, é muito pequena e muito abaixo das doses necessárias para afetar o sistema reprodutivo <sup>46</sup>.

Contudo, embora os achados atuais indiquem que o risco, em curto prazo, dos efeitos estrogênicos do tratamento dental com resinas à base de BisGMA sejam insignificantes, pesquisas devem ser direcionadas para avaliação farmacocinética e farmacodinâmica, em longo prazo, da liberação dos contaminantes de resina (Bisfenol-A) usados em cavidade bucal. Além disso, organizações como a ISO deveriam incluir nos futuros testes de padronização, a determinação do conteúdo de Bisfenol-A presente nas resinas e sua habilidade de ser liberado durante a degradação da estrutura do polímero <sup>46</sup>.

Tamuri et al.<sup>51</sup> em 2000, relataram não ter sido ainda totalmente elucidado se resinas compostas, que possuem em sua composição Bisfenol-A e/ou outros componentes, podem mimetizar os efeitos dos hormônios esteroidais naturais. No presente estudo, a atividade estrogênica de 3 selantes de fissura e 5 resinas adesivas, as quais estavam totalmente não polimerizadas, foram determinados através de ensaio genético e a relevância dos componentes para a estrogenicidade foram investigados. O mecanismo de afinidade de ligação do Bisfenol-A e do BPA-DMA aos receptores de estrógeno e o metabolismo enzimático carecem ser esclarecidos em detalhes. Os autores observaram que duas marcas comerciais de selantes avaliados confirmaram atividade estrogênica, embora nenhum dos materiais analisados contivesse Bisfenol-A. Por outro lado, o BPA-DMA (monômero hidrofóbico Bisfenol-A dimetacrilato), o qual também é estrogênico, foi encontrado nesses selantes estrogênicos em uma quantidade maior que a concentração mínima necessária para apresentar estrogenicidade. Os autores concluíram que este fato sugere que a propriedade de estrogenicidade dos 2 selantes estava mais relacionada com BPA-DMA do que com o Bisfenol-A.

## 2.6 Técnicas espectroscópicas

Uma das principais técnicas espectroscópicas aplicadas nos processos de análise química inclui, a espectroscopia de absorção e emissão nas regiões do ultravioleta e visível. As técnicas espectroscópicas concorrem com as técnicas cromatográficas por apresentarem a vantagem de serem mais rápidas, com a obtenção de espectros em poucos segundos<sup>52</sup>, entretanto as técnicas devem ser complementares. Contudo, sistemas com mais de uma espécie apresentam uma alta sobreposição de espectros<sup>52</sup>.

Fluorímetros são empregados para aquisição de espectros de excitação e emissão, em poucos segundos<sup>52</sup>.

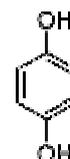
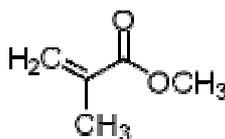
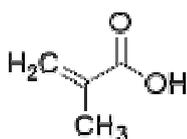
A técnica de espectroscopia por fluorescência oferece uma vantagem em relação à cromatografia à gás/espectrometria de massa, na qual os espécimes não são destruídos durante a análise<sup>34</sup>. É conveniente fazer a análise de absorbância dos meios antes da escolha do comprimento de onda de excitação e emissão. Caso contrário, os valores estabelecidos para a escolha dos comprimentos de onda de excitação e emissão é aleatória<sup>34</sup>.

A fluorescência é um fenômeno luminescente no qual os espécimes atômicos ou moleculares são excitados por radiações eletromagnéticas nas regiões do UV ou do visível e, quando retornam ao estado fundamental, fornecem um espectro de radiação que são emitidos em comprimentos de onda superiores ao fixado para a excitação. A medida da intensidade de fluorescência permite a determinação quantitativa de uma variedade de compostos orgânicos e inorgânicos em níveis traço, com limites de detecção de três ordens de magnitude menores que aqueles encontrados em fenômenos de absorção. Compostos orgânicos contendo grupos funcionais aromáticos fornecem

valores superiores de intensidade de fluorescência em comparação aos demais tipos de estruturas químicas. Compostos contendo estruturas alifáticas e alicíclicas ou estruturas altamente conjugadas também exibem fluorescência, porém, com intensidades inferiores em comparação ao sistema aromático<sup>52</sup>.

Na base de dados de artigos científicos do PUBMED apenas o trabalho realizado por Örtengren et al.<sup>34</sup>, em 2004, estudou a degradação de resina composta (Z100) através da espectrofotometria de fluorescência. Os autores avaliaram se a liberação de componentes do compósito podem diferir em composição e concentração, em função do pH e do tempo. O objetivo foi identificar e quantificar, através da espectrofotometria de fluorescência, cromatografia à gás e espectrometria de massa, a liberação de seis substâncias orgânicas de um modelo de resina composta estocado por 24 horas ou 6 meses em um meio mantido a um pH de 4, 6 ou 8. A análise prévia de cada componente [ácido metacrilato (MA); metil-metacrilato (MMA); hidroquinona (HQ); etilenoglicol dimetacrilato (EGDMA); TEGDMA e Bisfenol-A] mais comum do compósito foi realizada para observação dos picos de fluorescência. A espectrofluorimetria expressou intensa fluorescência no espectro de emissão da hidroquinona, bem como no espectro de excitação, mostrando um espectro bifásico. O bisfenol-A também aumentou a fluorescência no espectro de emissão, e no espectro de excitação três picos distintos foram observados. O EGDMA mostrou 2 picos próximos, sobrepostos no espectro de emissão, e no espectro de excitação um segundo pico, em adição ao pico maior, estava presente. O TEGDMA exibiu um platô, mais do que um pico distinto, no espectro de emissão. Contudo, no espectro de excitação do TEGDMA, dois picos foram detectados. O ácido metacrilato (MA) e o metil metacrilato (MMA) mostraram fraca fluorescência com um pico máximo de emissão em comum. No espectro de excitação, MA e MMA exibiram dois picos em comum em adição ao pico bifásico para MA.

No líquido das amostras de 24 horas das resinas compostas Z-100, um pico significativo em 372nm foi visto em todo espectro de emissão, independente do pH. Nas amostras em pH 8.0, um pico inferior de TEGDMA era evidente e também era discernível nas amostras em pH 4.0. O espectro de excitação da eluição das amostras de 24 horas foi complexo, com muitos picos indefinidos na região do ultravioleta. Um pico de excitação em 344nm foi observado em todas as amostras, independente do pH, não correspondendo com nenhuma substância analisada. Em pH 4.0, somente MA e MMA eram claramente discerníveis. Bisfenol-A e EGDMA foram encontrados nos líquidos com pH 8.0. Após 6 meses de imersão, um efeito claro no pH foi observado em ambos os espectros de emissão e excitação. Em pH 8.0, os níveis das substâncias no líquido analisado foram muito menores do que em pH 4.0 e pH 6.0. O pico de emissão da hidroquinona em 372nm ainda estava presente nas amostras em pH 4.0 e pH 6.0. Nas amostras de pH 4.0, picos correspondentes ao Bisfenol-A e EGDMA foram também vistos. O TEGDMA foi observado em líquidos analisados com pH 6.0. Em pH 8.0, MA foi observado claramente em 365nm. No espectro de excitação dos líquidos analisados após 6 meses, picos de alta intensidade, não identificados, foram observados na região do ultravioleta em pH 4.0 e pH 6.0. Naqueles níveis, o pico de 344nm persistiu. Bisfenol-A foi encontrado em amostras do pH 4.0 em 313nm e 337nm. Em pH 8.0, picos de baixa amplitude de Bisfenol-A, hidroquinona e MA/MMA foram observados (Quadro 2).



**MA: ácido metacrílico**

**MMA: metil metacrilato**

**HQ: Hidroquinona**

FIGURA 4 - Sigla, designação e fórmula estrutural dos monômeros

Quadro 2 - Tabulação dos picos observados nos períodos e pH<sup>34</sup>

monômeros		pH 4		pH 6		pH 8	
		24h	6 meses	24h	6 meses	24h	6 meses
Ácido metacrilato	MA	ok				ok	ok
Metil-metacrilato	MMA	ok				ok	ok
Hidroquinona	HQ	ok	ok	ok	ok	ok	
Etilenoglicol dimetacrilato	EGDMA		ok		ok	ok	
Trietilenoglicol dimetacrilato	TEGDMA	ok		ok	ok		
Bisfenol-A	BisGMA		ok		ok	ok	ok
?	344nm	ok	ok	ok	ok	ok	

Durante a discussão do estudo, os autores justificam as fluorescências observadas através do espectro de emissão e excitação das amostras. Segundo os autores, os monômeros EGDMA e TEGDMA diferem somente na porção central da cadeia de hidrocarbonetos. Apesar da ausência de anéis aromáticos, essas substâncias exibem propriedades características de fluorescência. Isto deve ser resultado da presença de dupla ligação em ambas as moléculas. As moléculas pequenas de MA e MMA somente se diferem por um grupo metil. Diferença na intensidade de fluorescência entre moléculas semelhantes pode ser resultado do comprimento da cadeia de hidrocarbonetos, aonde as cadeias mais longas são conhecidas por tornar as moléculas "rígidas" e menos propensas a exibirem propriedades de fluorescência. A hidroquinona e o bisfenol-A possuem um ou dois anéis aromáticos, tornando-as altamente fluorescentes, até mesmo em baixas concentrações. Em quase todo o espectro de emissão o pico característico da hidroquinona em 372nm foi notado. Isto pode ter sido causado pela adição da hidroquinona como um inibidor. As substâncias requeridas no MA e MMA contém entre 10 e 100µg ml<sup>-1</sup> de hidroquinona,

como descrito pelo fabricante. Contudo, esta hidroquinona não foi detectada nas medidas de referência, possivelmente devido à baixa concentração de hidroquinona nas amostras de referência ou por causa da sobreposição dos picos no espectro. Sobreposição pode acontecer quando o sinal de baixa concentração da substância é obscurecido por uma alta concentração de sinal. Em amostras de líquidos de 24 horas e 6 meses, contudo, hidroquinona foi detectada em todas as séries de amostras testadas. Bisfenol-A foi detectado primeiramente em amostras de líquidos de 6 meses. Após 24 horas, pouca quantidade da amostra sofreu ação do quelante, como visto nos dados em espectroscopia de fluorescência e cromatografia a gás/espectrometria de massa. Bisfenol-A que é liberado de resinas compostas utilizados em monômeros BisGMA pode agir como um xenoestrógeno. Longo tempo de exposição de estrógenos pode ser um fator que contribui para o câncer de mama. Até os dias de hoje, nenhum estudo tem demonstrado uma correlação entre a liberação de BisGMA de resinas compostas e câncer, contudo, o efeito xenoestrógeno foi somente recentemente objeto de estudo mais cuidadoso <sup>34</sup>.

### **3 PROPOSIÇÃO**

A proposta desse trabalho foi avaliar a degradação de resinas compostas, após sete dias de imersão, em diferentes bebidas alcoólicas, analisando:

- a)** a alteração da rugosidade superficial;
- b)** a variação de massa;
- c)** a alteração do pH do meio de imersão;
- d)** a alteração da fluorescência através da espectroscopia do espécime polimerizado;
- e)** a presença de componentes da resina composta no meio de imersão através da espectrofluorimetria.

## 4 MATERIAL E MÉTODO

### 4.1 Material

#### 4.1.1 Resina composta

As resinas compostas fotoativadas utilizadas para o estudo estão descritas no Quadro 3.

Quadro 3 - Descrição das resinas compostas fotoativadas

Nome do produto Fabricante	sigla	indicação	cor	lote
<b>QuiXfil™</b> (DENTSPLY)	<b>X</b>	dentes posteriores	única	616068 396709
<b>Filtek™ Z350</b> (3M ESPE)	<b>Z</b>	dentes anteriores e posteriores	A3	6GT-2057/01 6GR-4080/01
<b>Tetric® Ceram HB</b> (Ivoclar Vivadent)	<b>T</b>	dentes posteriores	A2	H01690 J08180
<b>Esthet-X™</b> (DENTSPLY)	<b>E</b>	dentes anteriores e posteriores	A2	470280 463812 434735

#### 4.1.2 Bebidas para imersão

A seguir, estão relacionadas as bebidas utilizadas para imersão, com suas respectivas graduações alcoólicas (%vol) e pH (Quadro 4).

No quadro 5 estão descritas as siglas para identificação dos espécimes e amostras a serem utilizadas durante a apresentação dos resultados e discussão.

Quadro 4 - Descrição das bebidas utilizadas na imersão, com suas respectivas graduações alcoólicas (%vol), temperatura e pH

bebidas	marca	sigla	% vol*	temperatura	pH a 25°C
água destilada		<b>A</b>	0%	~ 20 °C	~ 6,85
cachaça	<b>Ypióca Prata Brasil</b>	<b>P</b>	39%	~20 °C	~ 4,60
bourbon	<b>Jim Beam Black Estados Unidos</b>	<b>B</b>	43%	~ 20 °C	~ 3,80
tequila	<b>Jose Cuervo Clasico México</b>	<b>T</b>	38%	~ 20 °C	~ 4.80
vodka	<b>Absolut Tradicional Suécia</b>	<b>V</b>	37,5%	~10 °C	~ 7.70
saquê	<b>Sake Gekkeikan Japão</b>	<b>S</b>	15,5%	~ 10 °C	~ 4.55

\*volume; ~aproximadamente

Quadro 5 - Descrição das variáveis do estudo e suas respectivas siglas

VARIÁVEIS		SIGLAS	
Resinas	Bebidas	Resinas (espécimes)	Bebidas (amostras)
<b>QuiXfil™</b>	água	<b>XA</b>	<b>AX</b>
	cachaça	<b>XP</b>	<b>PX</b>
	bourbon	<b>XB</b>	<b>BX</b>
	tequila	<b>XT</b>	<b>TX</b>
	vodka	<b>XV</b>	<b>VX</b>
	saquê	<b>XS</b>	<b>SX</b>
<b>Filtek™Z350</b>	água	<b>ZA</b>	<b>AZ</b>
	cachaça	<b>ZP</b>	<b>PZ</b>
	bourbon	<b>ZB</b>	<b>BZ</b>
	tequila	<b>ZT</b>	<b>TZ</b>
	vodka	<b>ZV</b>	<b>VZ</b>
	saquê	<b>ZS</b>	<b>SZ</b>
<b>Tetric® Ceram HB</b>	água	<b>TA</b>	<b>AT</b>
	cachaça	<b>TP</b>	<b>PT</b>
	bourbon	<b>TB</b>	<b>BT</b>
	tequila	<b>TT</b>	<b>TT</b>
	vodka	<b>TV</b>	<b>VT</b>
	saquê	<b>TS</b>	<b>ST</b>
<b>Esthet-X™</b>	água	<b>EA</b>	<b>AE</b>
	cachaça	<b>EP</b>	<b>PE</b>
	bourbon	<b>EB</b>	<b>BE</b>
	tequila	<b>ET</b>	<b>TE</b>
	vodka	<b>EV</b>	<b>VE</b>
	saquê	<b>ES</b>	<b>SE</b>

## 4.2 Método

### 4.2.1 Corpos-de-prova

Foram confeccionados 456 corpos-de-prova, sendo 114 de cada resina, que foi dividido em três grupos de estudo. Cada grupo foi subdividido em 6 grupos, de acordo com a bebida. Assim, o estudo totalizou 24 grupos. A Figura 5 ilustra o número de espécimes confeccionados de cada resina, para cada bebida. O quadro 6 descreve o número de espécimes por análise.

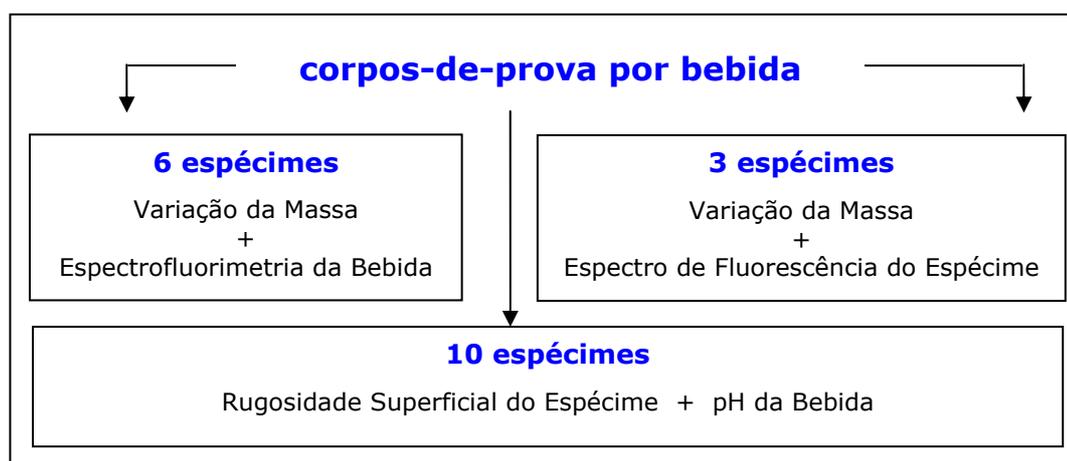


FIGURA 5 - Esquema ilustrativo do número de espécimes confeccionados de cada resina, para cada bebida utilizada

Quadro 6 - Descrição das análises e o número de corpos-de-prova

ANÁLISES DO ESTUDO		cp por bebida*	6 bebidas	4 resinas	Total
Degradação química e variação da massa	Espectrofluorimetria (amostra)	6	36	144	456
	Espectroscopia de fluorescência (espécime)	3	18	72	
Rugosidade superficial	pH	10	60	240	

\*corpos-de-prova por bebida

Os corpos-de-prova foram confeccionados em uma matriz de aço polida bipartida, com orifício de 5mm de diâmetro e 2mm de profundidade (Figura 6a)<sup>14</sup>.

Foi colocada uma tira de poliéster descartável (tipo Mylar) na parte inferior da matriz, para isolamento e padronização da superfície dos corpos-de-prova (Figura 6b-c).

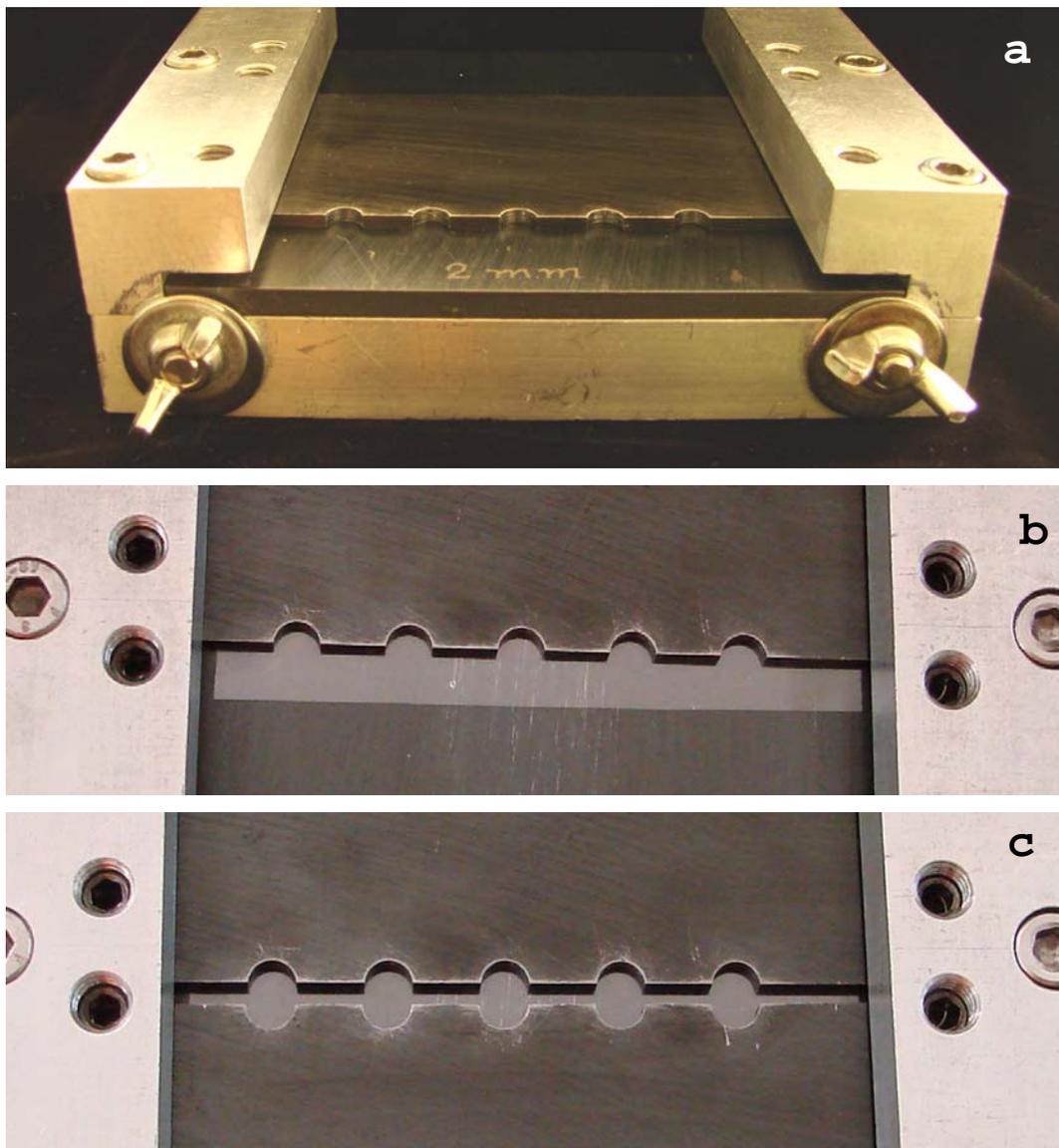


FIGURA 6 - Ilustração da matriz bipartida de aço polido. Observar a espessura de 2mm (a) e a adaptação da tira de poliéster na parte inferior da matriz (b-c)

Os corpos-de-prova foram obtidos por incremento único acomodado com uma espátula Thompson® número 2 (Figura 7). Foi deixado um pequeno excesso na superfície para evitar a inclusão de bolhas de ar quando pressionada contra uma tira de poliéster descartável e uma lâmina de vidro (Figura 8).

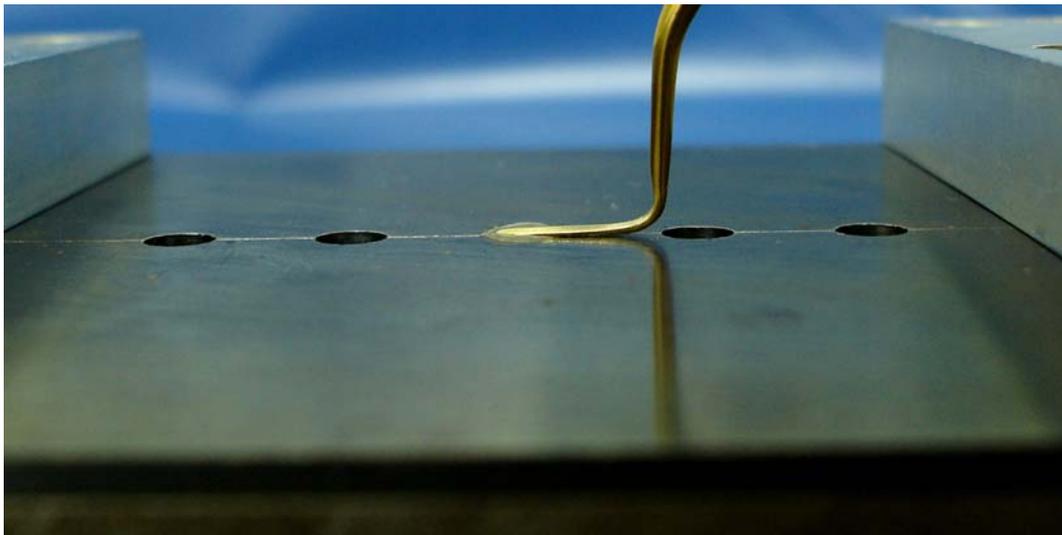


FIGURA 7 - Ilustração da acomodação do excesso deixado na superfície



FIGURA 8 - Ilustração da sobreposição da tira de poliéster descartável e da lâmina de vidro utilizada para compressão da resina. Observe o extravasamento do excesso de resina

A foto-ativação foi realizada com o aparelho fotopolimerizador Optilux (Demetron Research Corporation; USA) e a ponteira foi posicionada perpendicularmente à superfície da lâmina de vidro (Figuras 9 e 10).

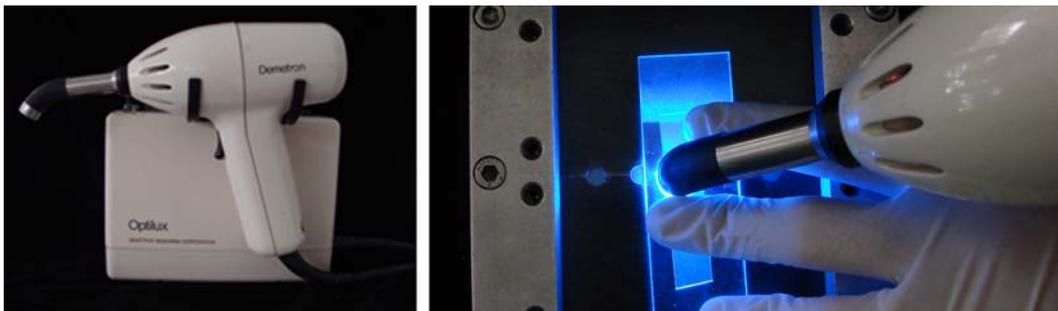


FIGURA 9 - Ilustração do aparelho fotopolimerizador e do momento da foto-ativação

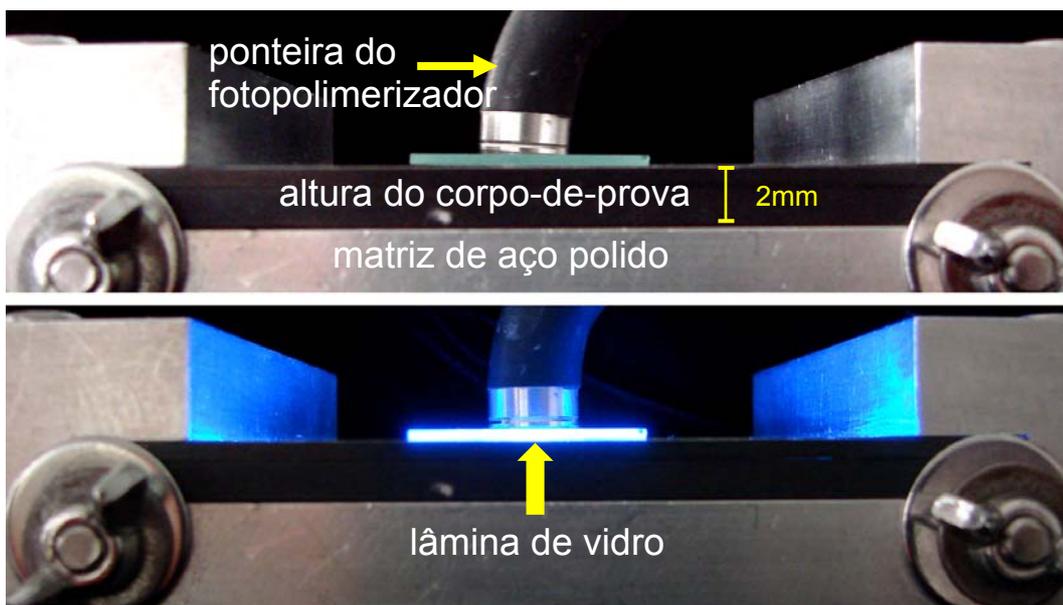


FIGURA 10 - Ilustração da ponteira do fotopolimerizador perpendicular à lâmina de vidro, antes e durante a foto-ativação

A densidade de potência do fotopolimerizador foi de  $550\text{mW}/\text{cm}^2$ , para a confecção dos espécimes do estudo da rugosidade e de  $750\text{mW}/\text{cm}^2$ , para a confecção dos espécimes para as análises de

fluorescência. A densidade foi verificada diariamente por um radiômetro<sup>Y</sup>, antes e após a confecção dos corpos-de-prova, para averiguação da estabilidade da luz.

O tempo de exposição para cada corpo-de-prova foi padronizado. Os espécimes utilizados para a análise da rugosidade superficial e imersos para análise de espectrofotometria de fluorescência receberam nove ativações de 20s, sendo aplicadas inicialmente, duas ativações sobre a lâmina de vidro, mais duas sem a lâmina, apenas sobre a matriz de poliéster e, por fim, mais cinco aplicações do lado oposto do corpo-de-prova, após a remoção da matriz. Os espécimes utilizados para a análise da espectroscopia de fluorescência foram ativados seis vezes, seguindo a mesma seqüência, contudo receberam apenas duas aplicações na parte inferior.

Após a obtenção dos corpos-de-prova para análise da rugosidade, esses foram perfurados com uma ponta diamantada ultraconservadora em alta rotação, próximo à borda e identificados na face superior (voltada para a lâmina), para possibilitar sua suspensão no recipiente de vidro (Figura 11).



FIGURA 11 - Ilustração do corpo-de-prova confeccionado e perfurado

<sup>Y</sup> Light Intensity Radiometer/ model 3K- Spirith Health; Laboratório de Dentística da FOSJC

Essa manobra teve como finalidade, possibilitar que os espécimes permanecessem suspensos dentro do recipiente de vidro durante todo o período de imersão, de modo que todas as superfícies ficassem em contato com a bebida. O fio de algodão foi preso à tampa do recipiente por uma perfuração individual, eqüidistante, pelo menos, 3mm um do outro (Figura 12) como especificado, pela norma ISO 4049<sup>18</sup> (2000) (item 7.12.3.3), tomando-se cuidado para que os espécimes não ficassem em contato entre si, nem com o recipiente de vidro.

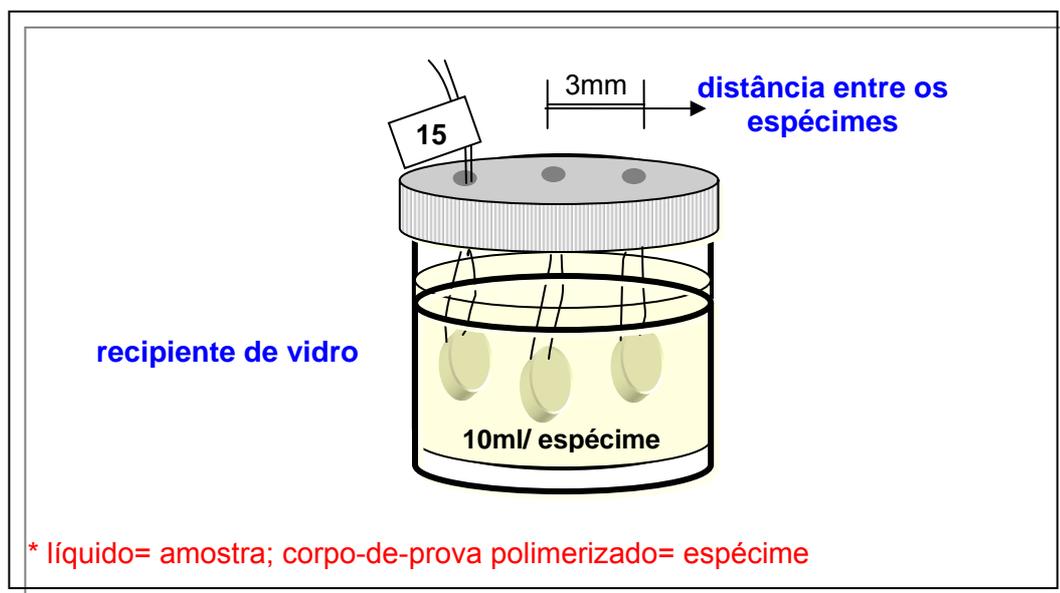


FIGURA 12 - Ilustração do armazenamento dos espécimes para análise de rugosidade superficial, em 30ml da bebida correspondente

Em cada recipiente de vidro, com três corpos de prova, foi adicionado 30ml da bebida correspondente, de acordo com a norma ISO 4049<sup>18</sup> (2000), que recomenda 10ml do líquido por espécime. A análise do pH das bebidas foi realizada antes da imersão dos espécimes e após o período determinado para o estudo.

#### 4.2.2 Estudo da rugosidade superficial

A leitura da rugosidade superficial foi realizada em um rugosímetro de precisão<sup>¶</sup>, com uma ponteira Focodyn acoplada ao aparelho, que emite, sobre a superfície do espécime, um feixe de laser infravermelho ( $\lambda=780\text{nm}$ ) com diâmetro de foco de  $1\mu\text{m}$  (Figura 13-14). É importante ressaltar que a ponteira ficou a aproximadamente 3mm da superfície de medição, possibilitando a análise sem contato mecânico com a superfície, evitando danos à mesma.



FIGURA 13 - Equipamento utilizado para a leitura da rugosidade superficial<sup>¶</sup>

<sup>¶</sup> Rugosímetro Mahr-Perthen S8P do Laboratório de Medição de Superfícies Ópticas (LMSO) do Instituto de Estudos Avançados–IEAV/CTA



FIGURA 14 - Ilustração da ponteira Focodyn. Observar a distância entre a ponta analisadora e a superfície do espécime

A ponteira ficou posicionada à aproximadamente 3mm da superfície de medição, deslocando-se paralelamente à superfície, com excursão total de 1.750mm ( $l_t$ ) e amplitude de análise ( $y$ ) de 250 $\mu$ m. De acordo com a norma ISO<sup>18</sup>, o comprimento de avaliação do estudo foi de 1.250mm ( $l_m$ ) referente a soma das cinco leituras do comprimento de amostragem ( $l_e$ ), que foi de 250mm (Figura 15)<sup>39</sup>.

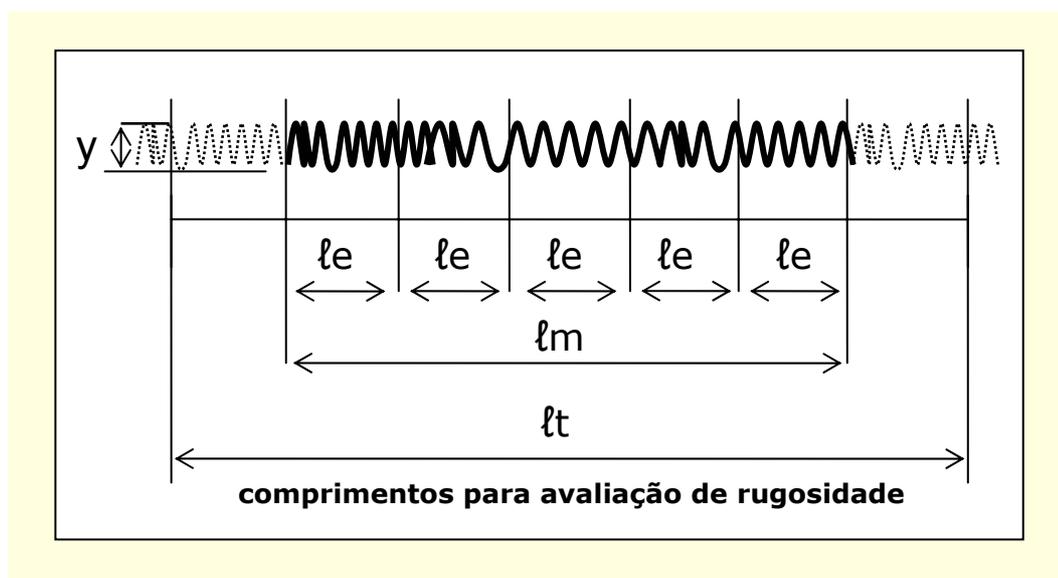


FIGURA 15 - Esquema representativo dos critérios para avaliação da rugosidade superficial<sup>39</sup>

O estudo da rugosidade superficial foi realizado considerando os valores de Ra (rugosidade média) expressos em micrômetros ( $\mu\text{m}$ ).

A rugosidade média (Ra) é o valor médio aritmético de todos os desvios do perfil de rugosidade da linha média dentro do comprimento de medição " $\ell_m$ " (DIN 4762:1989, DIN 4768:1990, ISO 4287-1:1997)<sup>Φ</sup>. A expressão a seguir, ilustra o cálculo realizado pelo programa do rugosímetro S8P para obtenção do valor de Ra.

$$Ra = 1/\ell_m \int_0^{\ell_m} |y(x)| dx$$

Duas medições da rugosidade superficial foram realizadas, uma leitura inicial, 24h após a confecção dos espécimes, e outra, após 12h do término dos 7 dias de imersão. A imersão foi realizada 2 meses depois da primeira leitura. Durante esse intervalo os espécimes permaneceram secos em temperatura ambiente.

Em cada leitura foram realizadas três medições aleatórias no mesmo sentido da superfície e, seus valores foram tabulados para obtenção da rugosidade média dos valores de Ra.

#### 4.2.3 Variação da massa

O estudo da variação da massa foi realizado seguindo as normas definidas pela norma ISO 4049:2000(E)<sup>Θ</sup> para análise da solubilidade de materiais restauradores a base de polímeros.

---

<sup>Φ</sup> **DIN 4762:1989** Surface roughness; terminology; **DIN 4768:1990** Determination of roughness parameters Ra, Rz, Rmax by means of stylus instruments; terms, measuring conditions; **ISO 4287-1:1997** Surface texture: profile method-terms, definitions and surface texture parameters.

<sup>Θ</sup> referência numérica da ISO (International Organization for Standardization)/ International Standard **ISO 4049:2000**-Dentistry-Polymer-based filling, restorative and luting materials; 3<sup>o</sup> edição (2000-07-15)

Após a confecção de todos os espécimes, esses foram acondicionados em uma placa de teste do tipo Transwell-96<sup>∞</sup>, que contém 96 nichos e são identificados através da marcação de colunas e linhas. Essa marcação possibilitou a identificação individual dos materiais (Figura 16). Posteriormente ao acondicionamento dos espécimes, a placa seguiu para o processo de secagem em estufa.



FIGURA 16- Ilustração dos espécimes acondicionados na placa Transwell-96. Observar marcação de colunas e linhas e a disposição dos espécimes

Para a realização dessa etapa foram utilizados dois dessecadores grandes (PIREX<sup>®</sup> USA) com sílica gel. A placa foi colocada no primeiro dessecador e hermeticamente fechada a vácuo (400mmHg) e mantida a  $37^{\circ}\pm 1^{\circ}\text{C}$  em estufa bacteriológica<sup>£</sup> por 22h. Depois desse período a placa foi removida e colocada no segundo dessecador a  $23^{\circ}\pm 1^{\circ}\text{C}$  por 2h, sendo posteriormente, pesados em balança analítica de precisão<sup>Υ</sup>. Após a tabulação dos valores, os espécimes retornaram ao dessecador até ser obtida uma massa constante (m1), isto é, até que a perda da massa fosse menor que 0,1mg num período de 24h.

<sup>∞</sup> TPP<sup>®</sup>; n°Z707899

<sup>£</sup> MA-032; MARCONI equipamentos e calibração para laboratório.

<sup>Υ</sup> modelo MARK 210A/ CLASSE 1; BEL equipamentos analíticos Ltda; laboratório da Biopatologia Bucal; FOSJC

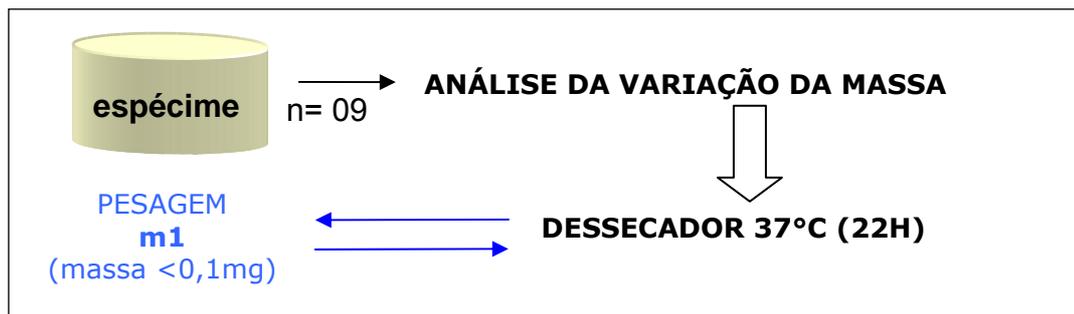


FIGURA 17 – Esquema ilustrativo para obtenção da massa inicial para análise da variação da massa dos espécimes

Depois de secos, cada espécime foi colocado em um frasco de vidro âmbar, previamente esterilizado, de forma a mantê-los individualizados e identificados. Em cada frasco foi colocado 10ml da bebida correspondente e fechado com tampa lacre. Os grupos de bebidas foram mantidos em ambiente climatizado a  $21 \pm 1^\circ\text{C}$  e os grupos do saquê e da vodka, permaneceram em geladeira a  $2 \pm 1^\circ\text{C}$ , durante os sete dias de imersão.

Durante esses sete dias, os frascos foram agitados em quatro períodos diários de 3h, sendo que, estiveram sob a agitação por 5min a cada 30min, com um intervalo de 1h (Figura 18). Assim, os espécimes passaram 24 vezes por dia sob agitação, totalizando 14h ao final dos sete dias.

A agitação foi realizada na velocidade de 110rpm, em uma mesa orbital (SOLAB equipamentos de laboratório; série 001), com 30 nichos (Figura 19).

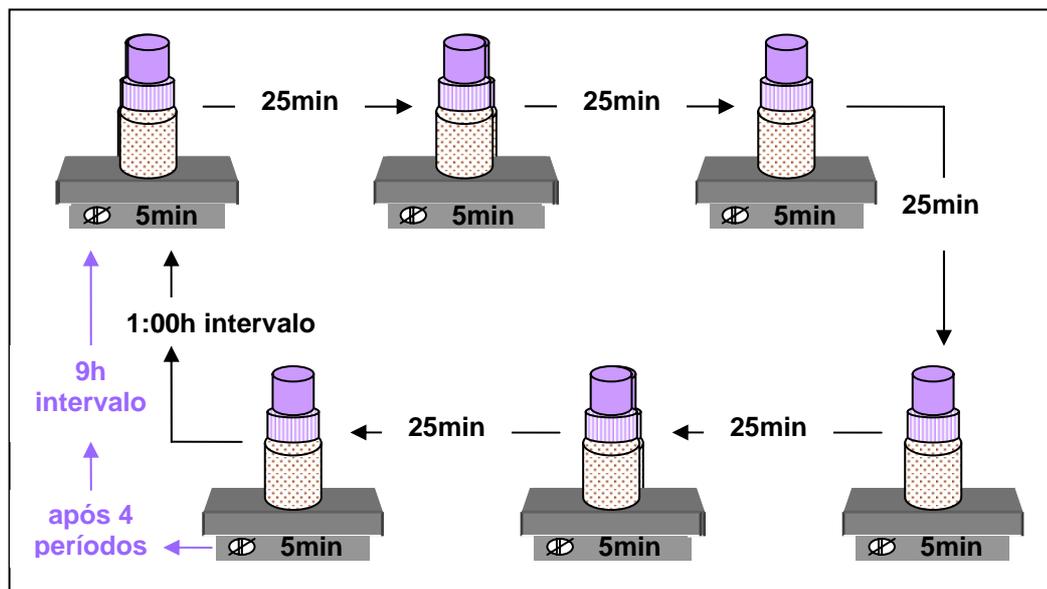


FIGURA 18 - Esquema ilustrativo dos períodos de agitação realizado durante 24h. Esses ciclos de agitação foram repetidos durante sete dias ininterruptos



FIGURA 19 - Ilustração da mesa orbital (SOLAB) em funcionamento

Ao término do período de imersão, os espécimes foram removidos dos vidros ou frascos e secos, suavemente, em papel

absorvente por 15s e pesados novamente ( $m_2$ ). Em seguida, foram novamente colocados na placa Transwell-96 para o ciclo de secagem em dessecador, com sílica gel, a  $37^{\circ}\pm 1^{\circ}\text{C}$ , sendo re-pesados periodicamente até ser obtido um peso constante ( $m_3$ ), como ilustrado na Figura 20.

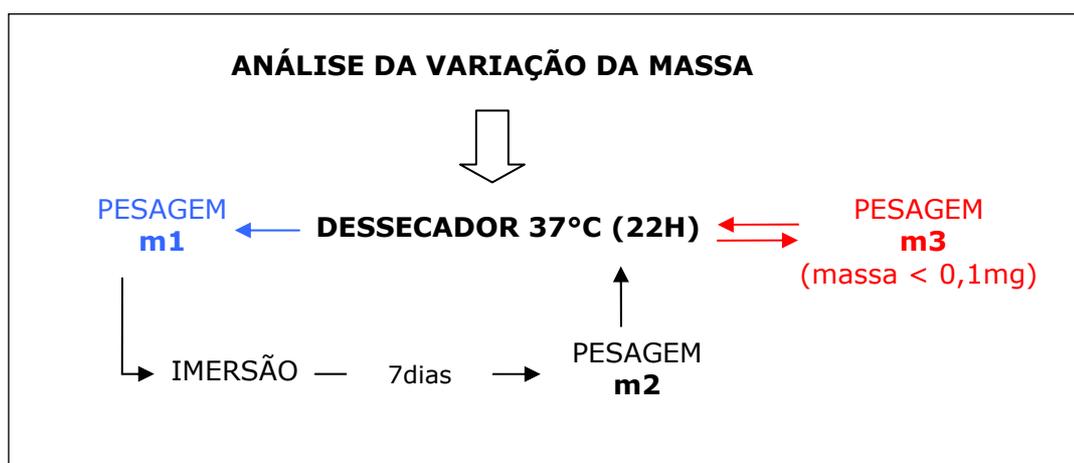


FIGURA 20 – Esquema ilustrativo do segundo e terceiro passo da secagem dos espécimes para análise da variação da massa

Os valores de massa foram obtidos em gramas e a variação de massa foi calculada pela equação a seguir:

$$\Delta m = \text{variação da massa} = m_1 - m_3 / m_1$$

#### 4.2.3 Análise do pH

Durante o estudo foi realizada a análise do pH nos 30ml das bebidas utilizadas para imersão dos espécimes do estudo da rugosidade, descrito anteriormente.

Também foi observado o pH de dois grupos controle de cada bebida, sendo um controle chamado de C1, que conteve apenas a

bebida retirada da garrafa e um controle C2, que além da bebida, conteve um pedaço do fio utilizado para suspensão dos espécimes. Esses controles foram analisados para observar se apenas a manipulação da bebida ou o fio, seriam responsáveis por uma eventual alteração do pH.

As análises foram realizadas antes e após o último período de agitação, por um analisador de pH (Digimed-pHmetro DM-20) acoplado a um termo-compensador tipo NTC (DMF-N1).

#### 4.2.4 Espectroscopia de fluorescência: estudo do espécime

A espectroscopia de fluorescência dos espécimes foi realizada em um sistema elaborado para diagnóstico. Um equipamento russo “SPECTR-CLUSTER” (Cluster LTD, Moscou, Rússia)<sup>∞</sup>, composto de dois lasers para excitação, um laser de He:Cd (442nm) e um Nd:YAG (532nm)<sup>57</sup>.

Um programa de computador, LightView-Med (LVM.exe), conectado ao espectrofotômetro, permitiu interpretar as leituras das bandas de emissão da fluorescência, gerando gráficos relativos à intensidade e comprimento de onda. Desta maneira foi possível analisar a diminuição ou aumento de fluorescência dos espécimes após o período de imersão na bebida.

Para tanto, um feixe de luz foi conduzido pela fibra óptica central de uma sonda tipo Y, a qual ficou posicionada perpendicularmente à superfície do espécime. A luz fluorescente emitida pelo espécime foi captada por seis fibras ópticas receptoras, localizadas ao redor da fibra emissora central da sonda, como mostrado no esquema da Figura 21. A luz fluorescente foi filtrada por um filtro óptico apropriado para o

---

<sup>∞</sup> aparelhos laser do Laboratório de Biofotônica do Instituto de Física de São Carlos-USP, Centro de Óptica e Fotônica da FAPESP (CEPOF).

comprimento de onda de excitação colocado na entrada do espectrofotômetro (filtros na região 450nm e 540nm)<sup>27,57</sup>.

O estudo da espectroscopia dos espécimes foi realizado através da análise de três pontos da superfície, escolhidos aleatoriamente, para posterior cálculo da média e obtenção dos resultados, tanto em valores absolutos (área sob a curva) quanto em valores específicos de intensidade de emissão para um determinado comprimento de onda de excitação. O espectro da média foi obtido das três leituras de cada espécime.

A primeira leitura dos espectros foi realizada 24h após a confecção dos espécimes e, a imersão na bebida foi iniciada após 18 dias. O espectro final foi obtido imediatamente após o período de imersão. No período entre a leitura inicial e final dos espécimes, os mesmos permaneceram no dessecador, em estufa bacteriológica a  $37\pm 1^{\circ}\text{C}$ .

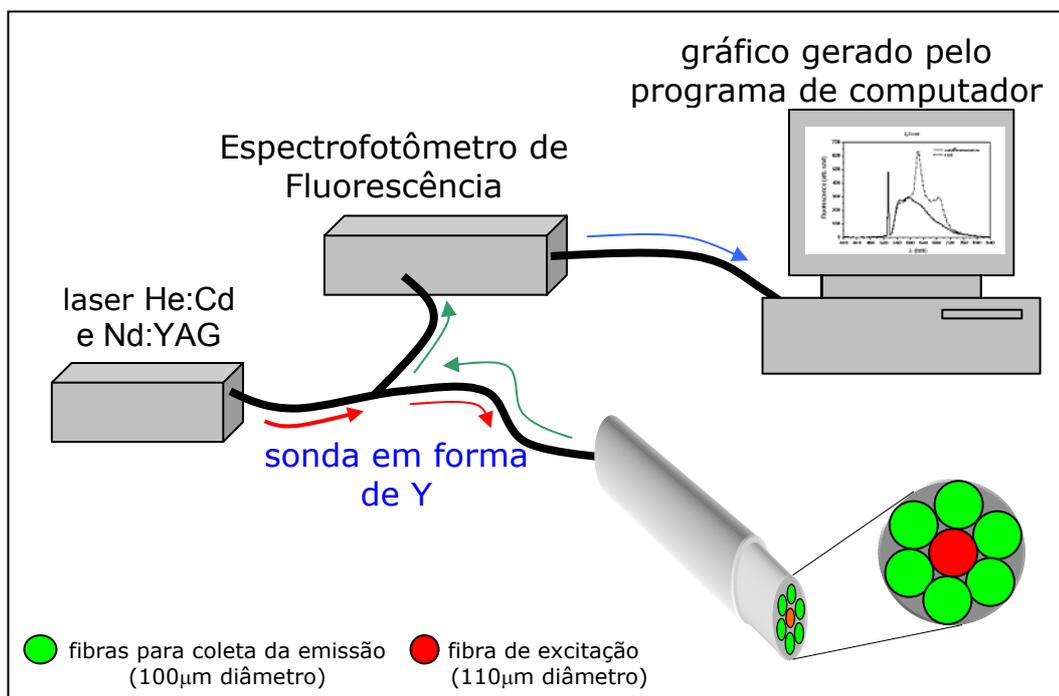


FIGURA 21 - Esquema ilustrativo do espectrofotômetro de fluorescência<sup>27</sup>

#### 4.2.5 Espectrofluorimetria: estudo da bebida de imersão

Para o estudo da degradação química através da espectrofotometria de fluorescência foi realizada, inicialmente, a análise da curva de absorvância dos meios de imersão (amostra) para orientação dos picos de excitação a serem utilizados no estudo da fluorescência<sup>45,49</sup>.

A análise da fluorescência foi realizada após estudo prévio da diferença da absorvância entre a amostra e a bebida pura (controle branco).

Os valores das curvas de absorvância foram obtidos em um espectrofotômetro de análise molecular (modelo U-2010/ SpectraMax M2)<sup>α</sup>. Os parâmetros utilizados para análise estão descritos no Quadro 7.

Quadro 7 - Parâmetros utilizados para análise de absorvância

<b>Instrumento</b>	
Modelo	U-2010 Espectrofotômetro
Versão	2550 01
<b>Parâmetros instrumentais</b>	
mensuração do tipo	escanir comprimento de onda
forma dos dados	Absorvância
comprimento de onda inicial	500.0 nm
comprimento de onda final	200.0 nm
velocidade de varredura	100 nm/min
intervalo amostragem	0.5 nm
fenda	2 nm
mudança de lâmpada	340.0 nm
comprimento de trajetória	10.0 mm
resposta	média

Foram registrados todos os picos de absorvância entre as diferenças existentes entre as bebidas, e tabulados pelo programa

<sup>α</sup> Laboratório de Análise Farmacológica do Instituto do Sono, em colaboração com a UNIFESP

SoftMax PRO 4.6. Depois de tabulados, os valores dos picos de absorvância possibilitaram definir os valores de excitação fixados para o estudo da fluorescência e análise da emissão (Apêndice A).

O espectro de fluorescência da amostra foi realizado no aparelho para Espectrofotometria de Fluorescência F-2500 (modelo 251-0098/ Hitachi High-Technologies Corporation-Tokyo-Japan) do Laboratório de Biofísica da Universidade Federal de São Paulo (INFAR/Unifesp).

O estudo do espectro de fluorescência foi realizado com uma lâmpada de arco de xenônio como fonte estável de energia. Essa lâmpada produz uma radiação intensa, onde o espectro é contínuo, passando pela faixa do ultravioleta e visível (200nm a 1000nm) com máxima intensidade em 500nm<sup>45</sup>.

Conforme os princípios de análise instrumental, para se trabalhar na região do ultravioleta (abaixo do 350nm) é necessário o uso de cubetas adequadas (quartzo ou sílica fundida). Assim, uma cubeta de quartzo (0,4 ou 1,7mL) foi utilizada para análise da amostra, possibilitando a passagem da radiação na região espectral de interesse (Figura 22)<sup>45</sup>.



FIGURA 22 - Ilustração do espectrofotômetro de fluorescência (F-2500) e cubeta de quartzo posicionada para análise. Observar o feixe de luz azul passando pela cubeta

Os parâmetros utilizados para análise de fluorescência estão descritos no Quadro 8.

Quadro 8 - Parâmetros utilizados para análise no Espectrofotômetro de fluorescência das bebidas

<b>Instrumento</b>	
Modelo	F-2500 FL Espectrofotômetro
Versão	4000 01
<b>Parâmetro instrumental</b>	
mensuração do tipo	escandir comprimento de onda
forma dos dados	Fluorescência
modo de observação	Excitação
comprimento de emissão	390.0 nm
início do comprimento de excitação	220.0 nm
término do comprimento de excitação	800.0 nm
modo de observação	Emissão
comprimento de excitação	320.0 nm
início do comprimento de emissão	330.0 nm
término do comprimento de emissão	800.0 nm
velocidade da varredura	300 nm/min
demora	0 s
voltagem	700 V
resposta	2.0 s

O Quadro 9 descreve todos os comprimentos de onda de excitação e emissão utilizada para o estudo. Foram considerados três razões para os valores propostos, uma referente aos picos de absorbância, a segunda, obtida pela auto-varredura (*autoscan*) do próprio equipamento (F-2500) e a terceira, referentes ao estudo de Örtengren<sup>34</sup>.

Devido à alta fluorescência do bourbon não foi possível a leitura pelo próprio equipamento de espectrofluorimetria e, conseqüentemente o valor do *autoscan*, referente a uma excitação indicada para a análise não foi obtido.

A abertura da fenda para a análise foi determinada pela intensidade de fluorescência do espectro analisado, podendo variar entre 2.5nm a 20nm, tanto para espectros de excitação quanto para emissão.

Quadro 9 - Valores de excitação e emissão para estudo da fluorescência

	Valores fixados pelo absorvância				Auto-scan fluorescência	Örtengren <sup>34</sup>	
	excitação				ex.**	ex.	emissão
água*	220	286	320	350	281	330	390
cachaça	220	286	320		292	330	390
bourbon	350	390	420		x	330	390
tequila	232	286	300	320	276	330	390
saquê	260	300	320		292	330	390
vodka	220	315	320		279	330	390

\*valores aleatórios. Não foram observados picos na absorvância; \*\* excitação; \*\*\*emissão

Para a análise da diferença dos espectros foi realizada a leitura da fluorimetria da bebida branca, considerada controle. Para isso, a bebida utilizada na pesquisa foi manipulada nas mesmas condições experimentais de tempo de armazenamento, temperatura e agitação, entretanto, sem a colocação do espécime em imersão.

Para orientação da análise dos resultados, também foi realizada a espectrofluorimetria dos monômeros que compõem, em maior quantidade, as resinas estudadas (Quadro 10 e Apêndice B).

Para tanto, o espectro dos monômeros foi realizado utilizando-se uma cubeta de plástico, devido à dificuldade de manuseio das substâncias. Foram utilizadas cubetas de plástico, pois embora não tenham indicação usual nesta metodologia, permitem análises na região visível da luz. Os espectros foram obtidos sem diluição do material, uma vez que é insolúvel em água e, em qualquer outro solvente, seu espectro não corresponderia ao do modelo experimental estudado.

Quadro 10 - Dados gerais sobre os monômeros utilizados para análise de espectrofluorimetria

	<b>Bis-GMA</b>	<b>Bis-EMA</b>	<b>TEGDMA</b>
Designação química	Bisfenol A Glicerolato	Dimetacrilato de Bisfenol A etoxilato	Dimetacrilato de Trietilenoglicol
	Bisphenol A glycerolate dimethacrylate	Bisphenol A dimethacrylate	Triethylene glycol dimethacrylate
Inibidor/estabilizador	n/c	200ppm mono-metil-éter hidroquinona ; 300ppm BHT	0.01% mono-metil-éter hidroquinona
Estado físico	líquido viscoso transparente fotossensível	líquido viscoso	líquido claro
Solubilidade em água	insolúvel	n/c	insolúvel
CAS	1565-94-2	41637-38-1	109-16-0
Fabricante	Aldrich	Aldrich	Fluka
Produto	494350	455059	90412
Lote	00723HE	07213TC	1176482 21106039

n/c: nada consta

#### 4.2.6 Análise estatística

Todos os dados obtidos foram tabulados em planilhas digitais, através do programa Microsoft Excel<sup>®</sup> (Microsoft, USA). Para a análise dos dados foram utilizados os programas OriginPRO 7.5, Grafit 5, FL Solutions (Hitachi FL Spectrophotometer; Prog. 2514070-03) e Minitab 14 (MINITAB<sup>®</sup> RELEASE 14 – Minitab Inc, USA).

Foi realizada a estatística descritiva, sendo os dados tratados pelos testes de variância ANOVA e de Tukey. O nível de significância estabelecido foi de 5%. A partir dos resultados obtidos foram geradas tabelas e gráficos ilustrativos das diversas análises, sendo considerado os valores das médias e as diferenças entre elas. Todos os testes foram realizados considerando-se os valores inicial e final.

## 5 RESULTADOS

Os resultados da pesquisa foram analisados de acordo com seus respectivos testes.

### 5.1 Rugosidade superficial

A estatística descritiva da rugosidade superficial dos espécimes está descrita nas Tabelas 01 a 04.

Tabela 1 - Estatística descritiva da rugosidade superficial dos espécimes da resina QuiXfil™

QuiXfil	Variável		antes		depois	
	Bebida	n	Média*	D. Padrão	Média*	D. Padrão
	água	10	0,07	0,00	0,11	0,02
	bourbon	10	0,07	0,01	0,35	0,04
	cachaça	10	0,07	0,01	0,19	0,03
	saquê	10	0,07	0,01	0,28	0,06
	tequila	10	0,07	0,01	0,23	0,04
	vodka	10	0,08	0,01	0,22	0,02

\* $\mu\text{m}$ :micrômetro

Tabela 2 - Estatística descritiva da rugosidade superficial dos espécimes da resina Filtek™Z350

Filtek Z350	Variável		antes		depois	
	Bebida	n	Média*	D. Padrão	Média*	D. Padrão
	água	10	0,06	0,00	0,08	0,01
	bourbon	10	0,06	0,01	0,09	0,01
	cachaça	10	0,06	0,00	0,09	0,01
	saquê	10	0,06	0,00	0,07	0,01
	tequila	10	0,06	0,00	0,09	0,01
	vodka	10	0,06	0,01	0,09	0,01

\* $\mu\text{m}$ :micrômetro

Tabela 3 - Estatística descritiva da rugosidade superficial dos espécimes da resina Tetric® Ceram HB

Tetric HB	Variável		antes		depois	
	Bebida	n	Média*	D. Padrão	Média*	D. Padrão
	água	10	0,07	0,01	0,09	0,02
	bourbon	10	0,08	0,01	0,10	0,02
	cachaça	10	0,08	0,01	0,10	0,01
	saquê	10	0,07	0,01	0,09	0,02
	tequila	10	0,08	0,01	0,11	0,02
	vodka	10	0,08	0,01	0,10	0,02

\* $\mu$ m:micrômetro

Tabela 4 - Estatística descritiva da rugosidade superficial dos espécimes da resina Esthet-X™

Esthet-X	Variável		antes		depois	
	Bebida	n	Média*	D. Padrão	Média*	D. Padrão
	água	10	0,07	0,01	0,07	0,01
	bourbon	10	0,07	0,01	0,09	0,01
	cachaça	10	0,07	0,01	0,07	0,01
	saquê	10	0,06	0,01	0,08	0,02
	tequila	10	0,06	0,01	0,07	0,01
	vodka	10	0,07	0,01	0,07	0,01

\* $\mu$ m:micrômetro

Após obtenção da estatística descritiva foi realizado o teste de variância (ANOVA) de fator único, com coeficiente de confiança de 5%, tanto entre as bebidas quanto para as resinas.

A análise de variância revelou diferença significativa entre as rugosidades superficiais das resinas QuiXfil™, Filtek™ Z350 e Esthet-X™ (Tabela 5-7).

Tabela 5- ANOVA fator único da alteração da rugosidade superficial dos espécimes da resina QuiXfil™

	<b>DF</b>	<b>SS</b>	<b>MS</b>	<b>F</b>	<b>P</b>
Bebida	5	0,33405	0,06681	45,0	0,0001
Erro	54	0,08012	0,00148		
Total	59	0,41417			

Tabela 6 - ANOVA fator único da alteração da rugosidade superficial dos espécimes da resina Filtek™Z350

	<b>DF</b>	<b>SS</b>	<b>MS</b>	<b>F</b>	<b>P</b>
Bebida	5	0,00505	0,00101	8,42	0,0001
Erro	54	0,00648	0,00012		
Total	59	0,01153			

Tabela 7 - ANOVA fator único da alteração da rugosidade superficial dos espécimes da resina Esthet-X™

	<b>DF</b>	<b>SS</b>	<b>MS</b>	<b>F</b>	<b>P</b>
Bebida	5	0,00384	7,670E-04	5,71	0,0003
Erro	54	0,00725	1,343E-04		
Total	59	0,01109			

As alterações da resina Tetric® Ceram HB não mostraram diferença estatisticamente significativa entre as bebidas (Tabela 8).

Tabela 8 - ANOVA fator único da alteração da rugosidade superficial dos espécimes da resina Tetric® Ceram HB

	<b>DF</b>	<b>SS</b>	<b>MS</b>	<b>F</b>	<b>P</b>
Bebida	5	0.00287	5.737E-04	1.59	0.1774
Erro	54	0.01943	3.598E-04		
Total	59	0.02230			

De acordo com o teste de Tukey para a resina QuiXfil™, há quatro grupos homogêneos e estatisticamente diferentes (Tabela 9).

Tabela 9 - Teste de Tukey da rugosidade superficial para análise das alterações entre as bebidas na resina QuiXfil™

<b>Bebidas</b>	<b>Médias (µm)</b>	<b>Grupos homogêneos</b>		
bourbon	0,279	<b>A</b>		
saquê	0,205	<b>B</b>		
tequila	0,162	<b>B</b>	<b>C</b>	
vodka	0,141	<b>C</b>		
cachaça	0,121	<b>C</b>		
água	0,036	<b>D</b>		

O teste de Tukey para a resina Filtek™Z350, revelou dois grupos homogêneos e estatisticamente diferentes (Tabela 10).

Tabela 10 - Teste de Tukey da rugosidade superficial para análise das alterações entre as bebidas na resina Filtek™Z350

<b>Bebidas</b>	<b>Médias (µm)</b>	<b>Grupos homogêneos</b>	
tequila	0,0310	<b>A</b>	
vodka	0,0310	<b>A</b>	
cachaça	0,0300	<b>A</b>	
bourbon	0,0250	<b>A</b>	
água	0,0170	<b>A</b>	<b>B</b>
saquê	6,00E-03	<b>B</b>	

De acordo com o teste de Tukey para a resina Esthet-X™, há dois grupos homogêneos e estatisticamente diferentes (Tabela 11).

Tabela 11 - Teste de Tukey da rugosidade superficial para análise das alterações entre as bebidas na resina Esthet-X™

<b>Bebidas</b>	<b>Médias (µm)</b>	<b>Grupos homogêneos</b>	
bourbon	0,024	<b>A</b>	
saquê	0,014	<b>A</b>	<b>B</b>
tequila	0,010	<b>A</b>	<b>B</b>
vodka	0,006	<b>B</b>	
cachaça	0,004	<b>B</b>	
água	-0,001	<b>B</b>	

A ANOVA da rugosidade superficial para a variável tempo revelou diferença significativa para todas as bebidas, com exceção do saquê, na resina Filtek™ Z350 (Apêndice C). A resina QuiXfil™ apresentou diferença estatística na cachaça, bourbon, tequila, vodka e saquê (Apêndice D). Para a resina Tetric® Ceram HB as diferenças foram significantes para a cachaça, bourbon, tequila e vodka (Apêndice E). Por fim, a resina Esthet-X™ revelou diferenças significantes apenas no bourbon, tequila e saquê (Apêndice F).

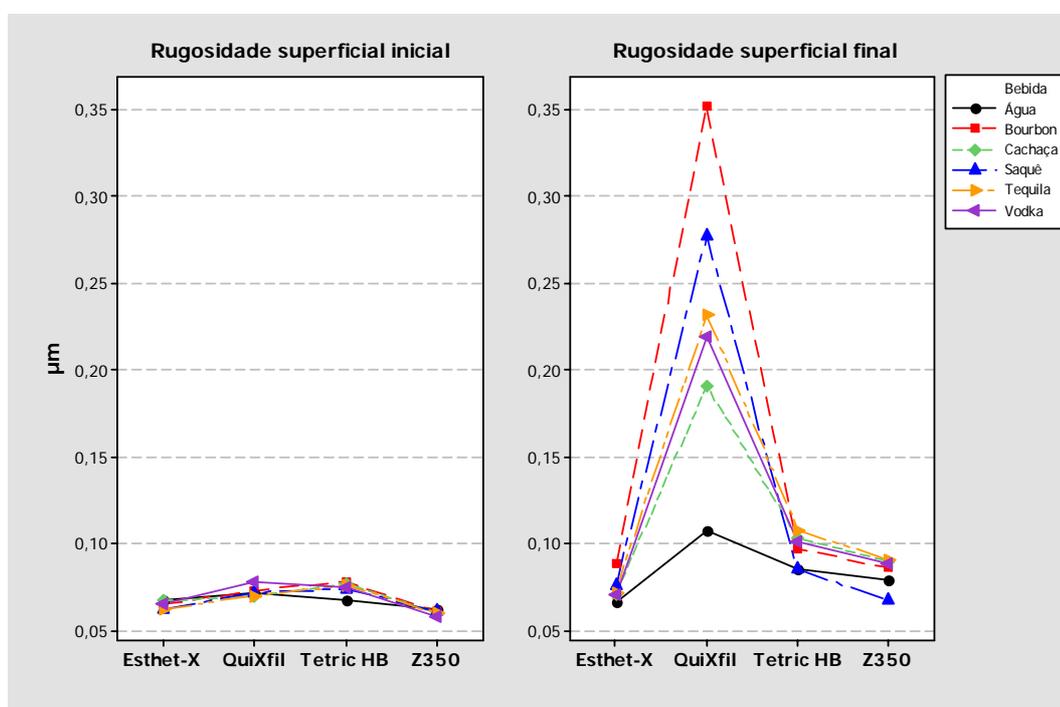


FIGURA 23 - Ilustração dos valores de rugosidade inicial e final das resinas estudadas nas seis bebidas

## 5.2 Variação da massa

Nas Tabelas 12 a 15 estão as estatísticas descritivas da massa dos espécimes. Os valores originais do peso em grama, bem como o cálculo da variação da massa, estão relacionados nos Apêndices (G-L).

Tabela 12 - Estatística descritiva das alterações da massa dos espécimes da resina QuiXfil™

Variável	Bebida	n	Média	Desvio Padrão
Alteração QuiXfil	água	9	-0,000256	0,001448
	bourbon	9	-0,00199	0,00323
	cachaça	9	0,000333	0,002858
	saquê	9	0,00233	0,00960
	tequila	9	-0,00369	0,00880
	vodka	9	0,00435	0,00986

Tabela 13 - Estatística descritiva das alterações da massa dos espécimes da resina Filtek™ Z350

Variável	Bebida	n	Média	Desvio Padrão
Alteração Filtek Z350	água	9	0,00159	0,00332
	bourbon	9	-0,000444	0,002922
	cachaça	9	-0,000989	0,00545
	saquê	9	0,00143	0,01383
	tequila	9	-0,00247	0,01366
	vodka	9	-0,000248	0,002496

Tabela 14 - Estatística descritiva das alterações da massa dos espécimes da resina Tetric® Ceram HB

Variável	Bebida	n	Média	Desvio Padrão
Alteração Tetric Ceram HB	água	9	0,002100	0,002205
	bourbon	9	0,000544	0,001206
	cachaça	9	0,000900	0,001447
	saquê	9	0,000182	0,000967
	tequila	9	0,001071	0,001134
	vodka	9	0,001267	0,001956

Tabela 15 - Estatística descritiva das alterações da massa dos espécimes da resina Esthet-X™

Variável	Bebida	n	Média	Desvio Padrão
Alteração Esthet-X	água	9	0,000944	0,001043
	bourbon	9	-0,00471	0,01882
	cachaça	9	0,00104	0,02889
	saquê	9	-0,00361	0,01231
	tequila	9	-0,00459	0,02132
	vodka	9	0,00800	0,02165

A análise de variância das alterações de peso não revelou efeitos estatisticamente significantes sobre a perda de massa dos espécimes após imersão (Tabela 16).

Tabela 16 - ANOVA das alterações de peso por arco-seno (raiz quadrada da proporção; adição do valor 0,25)

	DF	SS	MS	F	P
Resinas	3	0,00012	3,868E-05	0,23	0,8751
Bebida	5	0,00102	2,033E-04	1,21	0,3053
Resinas*Bebida	15	0,00108	7,216E-05	0,43	0,9688
Error	191	0,03206	1,679E-04		
Total	214				

As alterações em porcentagem, referentes a diferença do peso inicial e final das resinas após imersão estão ilustrados na Figura 24.

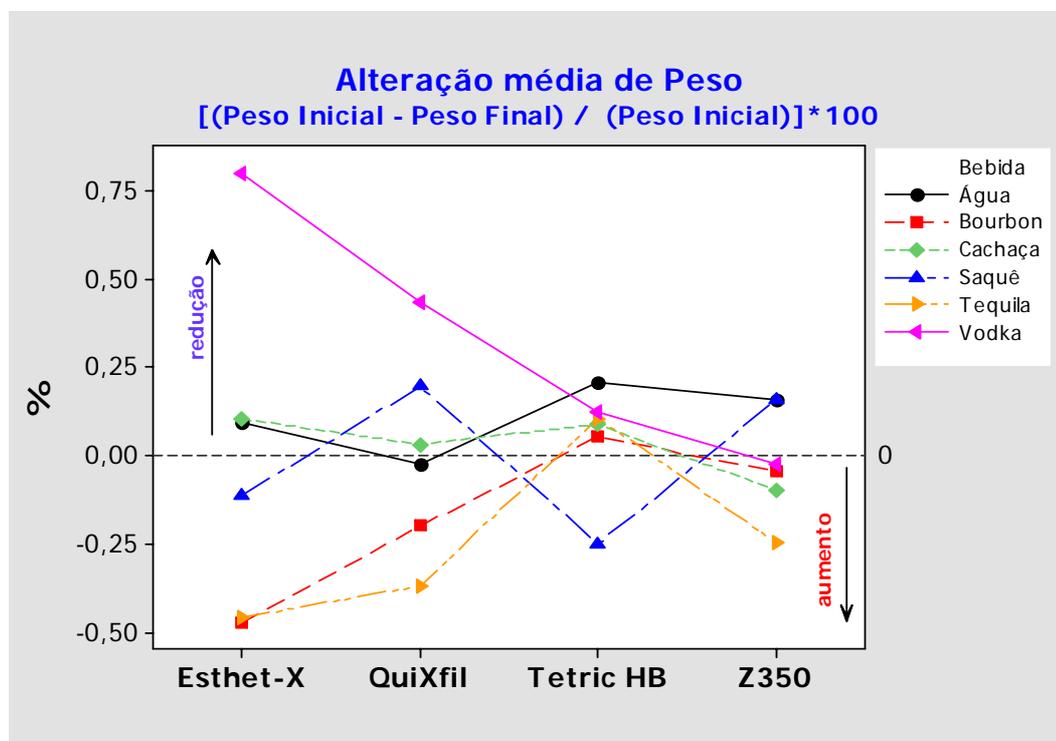


FIGURA 24- Ilustração das alterações da média de peso em porcentagem dos espécimes, após o período de imersão

É possível observar na Figura 24 a ocorrência de perda e ganho de massa pelos espécimes. Por exemplo, a resina Esthet-X perdeu peso da massa quando imerso em água, cachaça e vodka, entretanto, adquiriu peso quando imerso em bourbon, tequila e saquê. O Quadro 11 a seguir demonstra, de forma mais prática, essas variações de perda e ganho de peso.

Quadro 11 - Demonstração esquemática dos efeitos da imersão sobre o peso dos espécimes

Análise da perda (P*) e ganho de peso (A#)						
	água	cachaça	bourbon	tequila	vodka	saquê
Esthet-X	P	P	A	A	P	A
QuiXfil	A	P	A	A	P	P
Tetric Ceram	P	P	P	P	P	A
Z350	P	A	A	A	A	P

\*P= redução do peso; #A= aumento de peso.

### 5.3 Análise do pH

O comportamento dos valores do pH das bebidas utilizadas para imersão, imediatamente após sua colocação no vidro e depois da remoção dos espécimes está ilustrado na Figura 25.

As alterações do pH foram observadas para cima e para baixo, dependendo da bebida analisada. Entretanto, faz-se necessário a observação do grupo controle, que também apresentou alterações.

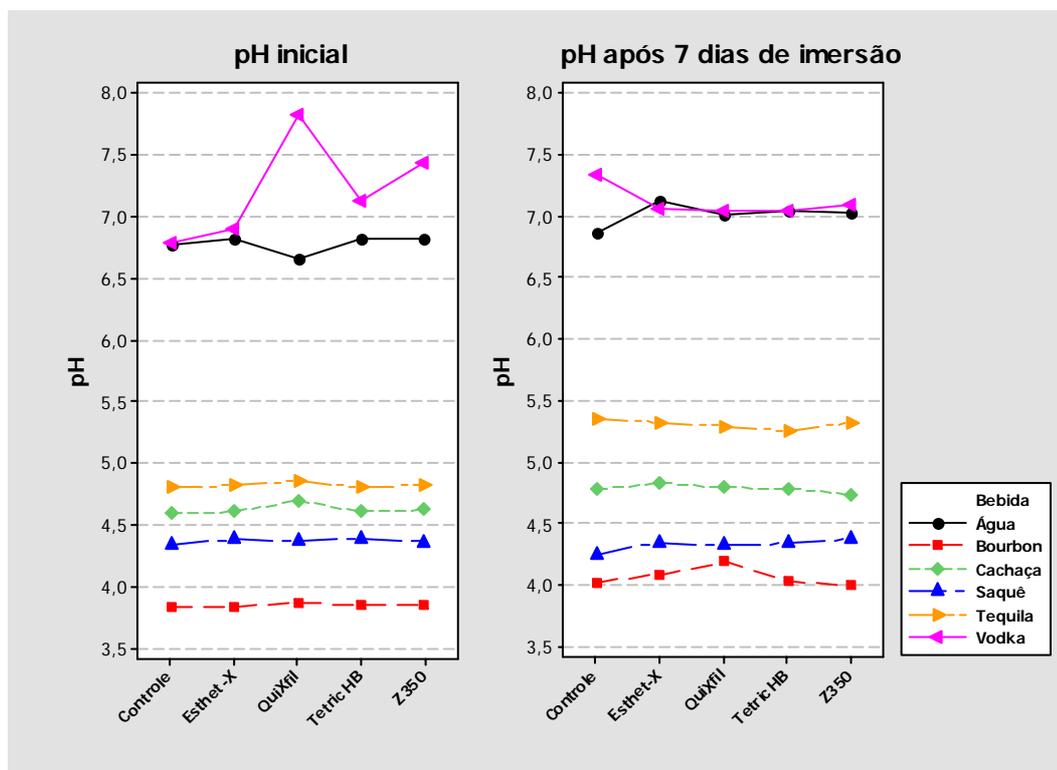


FIGURA 25- Ilustração dos valores de pH antes e após o período de imersão. Observar a alteração do grupo controle

As análises de variância das alterações do pH estão ilustradas nos Apêndices (M-R). Foram observados cinco grupos homogêneos para a vodka, quatro para o bourbon, três grupos para a cachaça e o saquê e, apenas dois grupos para a tequila (Apêndice S). O grupo da água não apresentou diferença entre os grupos.

A seguir, as Figuras 26 a 29 representam as diferenças entre a rugosidade superficial e o pH. O objetivo das ilustrações é retratar as correlações entre a alteração da rugosidade superficial dos espécimes e a alteração do pH das bebidas. Os valores da escala de Ra foram multiplicados por 1000 e, os valores da escala do pH foram multiplicados por 10.

A resina QuiXfil™ mostrou aumento da rugosidade superficial em todos os meios de imersão, sem apresentar considerável alteração do pH (Figura 26).

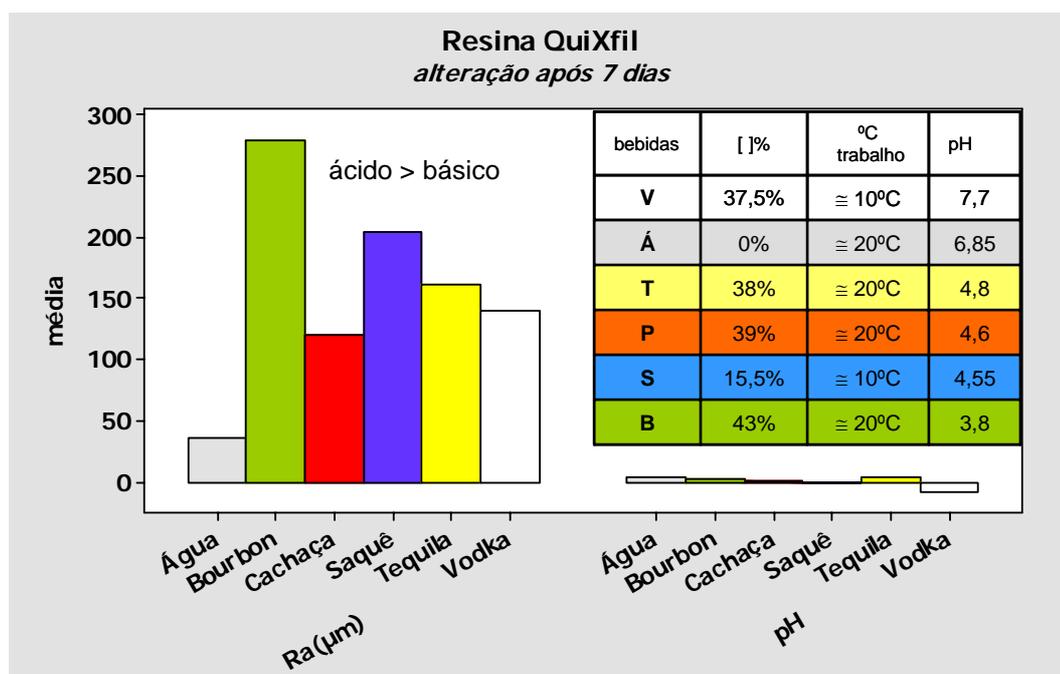


FIGURA 26 - Representação das diferenças entre rugosidade e pH da resina QuiXfil™

A Figura 27, referente à resina Esthet-X™ mostra o aumento da rugosidade e do pH após o período de imersão, com exceção dos espécimes imersos em água, que mostraram uma diminuição da rugosidade com aumento do pH e do saquê, que mostrou um aumento da rugosidade com ligeira queda do pH.

A Figura 28, referente à resina Filtek™ Z350 mostra o aumento da rugosidade e do pH, com exceção do saquê, que não apresentou nenhuma alteração e da vodka, que mostrou uma baixa no valor do pH.

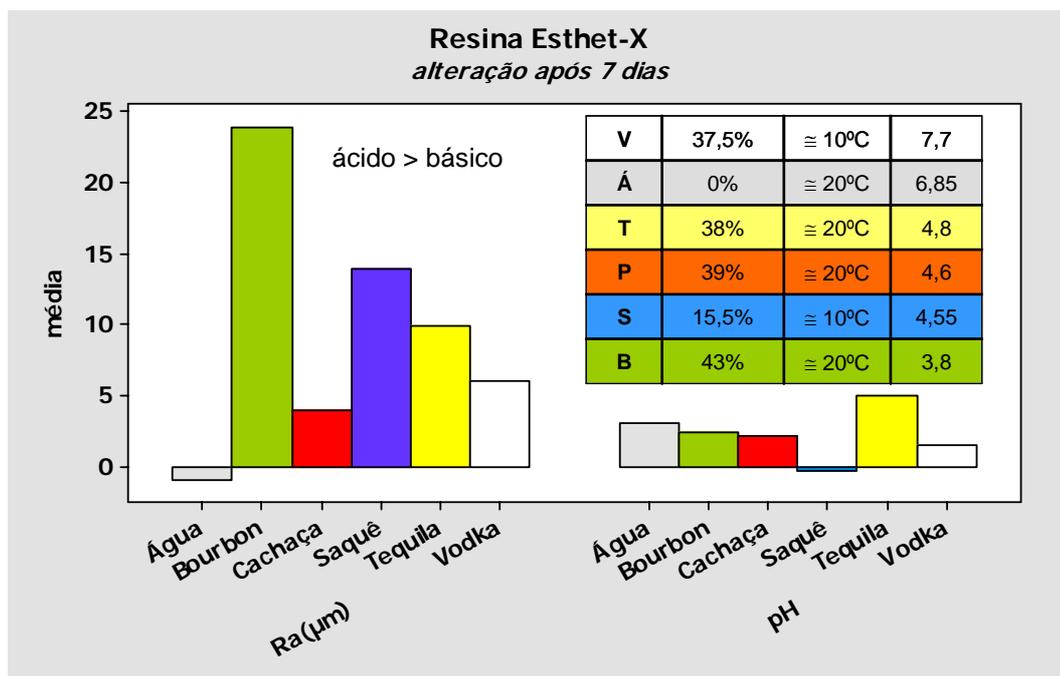


FIGURA 27- Representação das diferenças entre rugosidade e pH da resina Esthet-X™

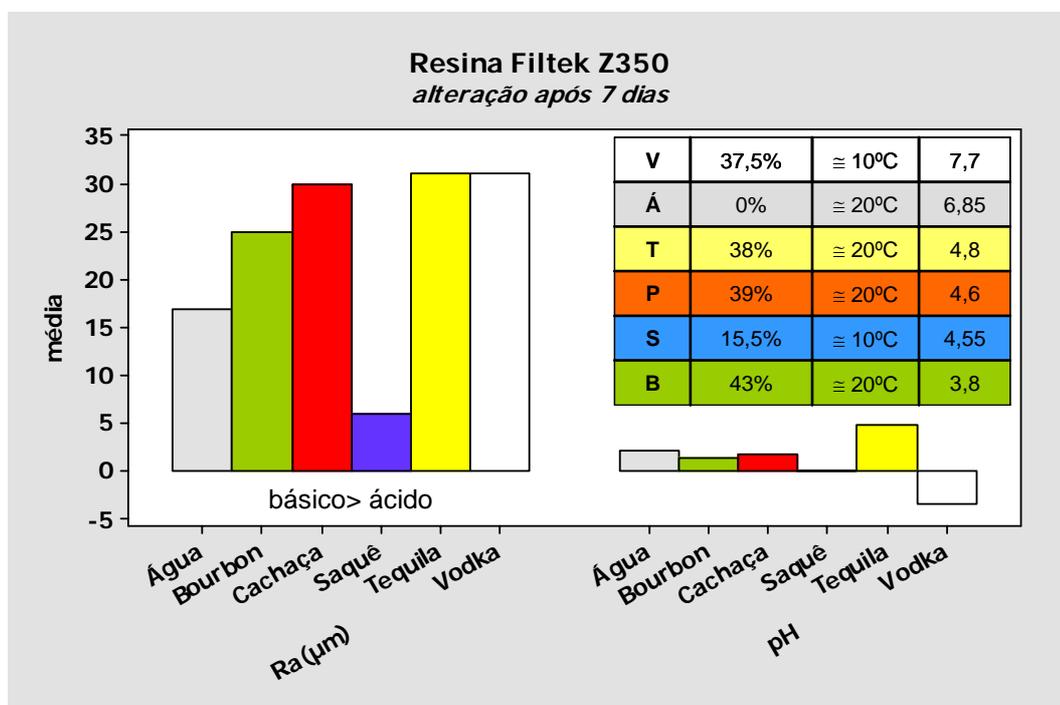


FIGURA 28 – Representação das diferenças entre rugosidade e pH da resina Filtek™ Z350

A resina Tetric® Ceram HB revelou aumento da rugosidade e do pH, com exceção do saquê, que não apresentou nenhuma alteração, e, da vodka que mostrou uma queda no valor do pH (Figura 29).

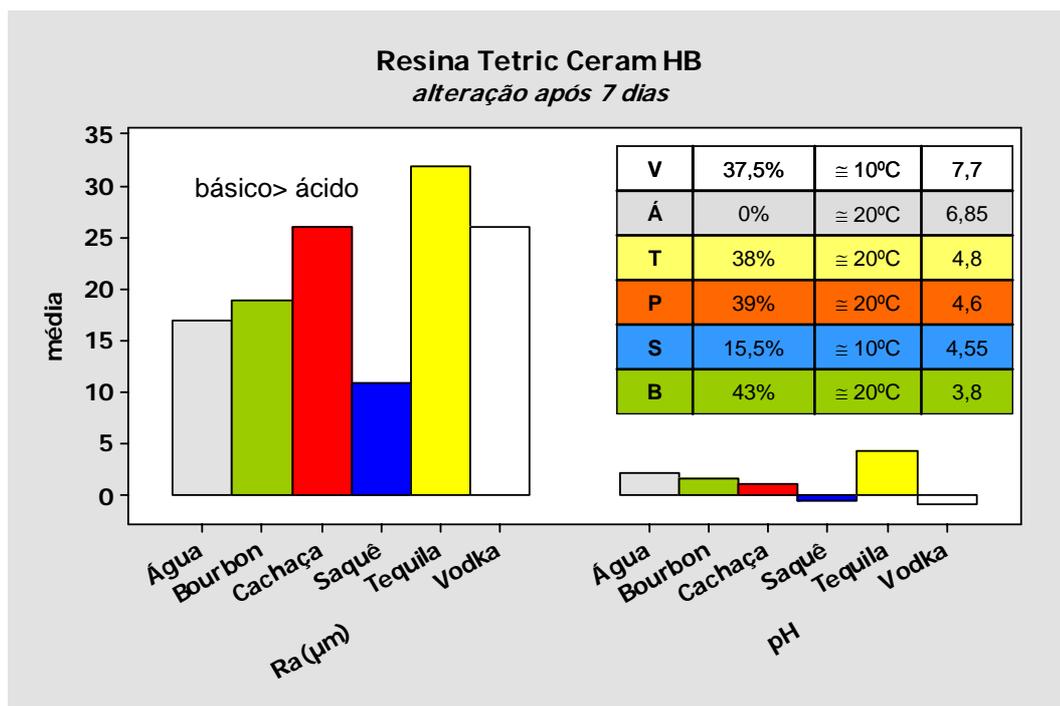


FIGURA 29 - Representação das diferenças entre rugosidade e pH da resina Tetric® Ceram HB

A Figura 30 ilustra a correlação das alterações entre os valores da rugosidade superficial dos espécimes e do pH das amostras, das quatro resinas nas seis bebidas. Observa-se que os valores mais extremos são da resina QuiXfil, seguida pela Filtek Z350, Tetric HB e Esthet-X.

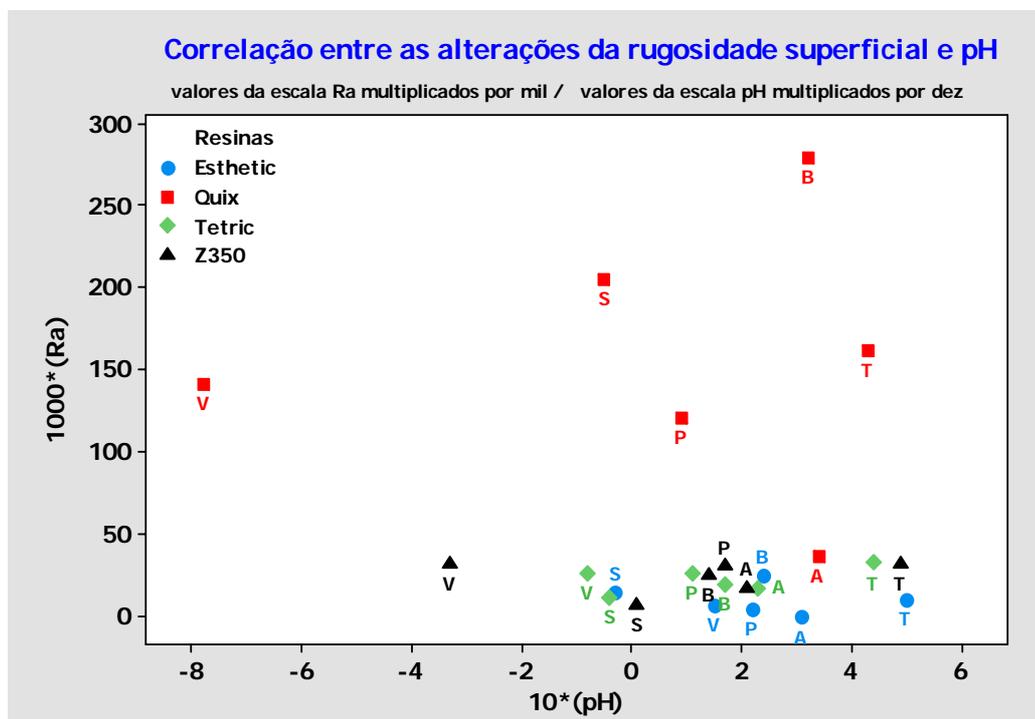


FIGURA 30 - Ilustração da correlação entre as alterações da rugosidade e pH das resinas nas bebidas

#### 5.4 Espectro da fluorescência dos espécimes

Os espectros de fluorescência das resinas compostas analisadas, nas excitações de 442nm e 532nm, estão ilustrados nas Figuras 31 a 38. Os gráficos apresentam o espectro da média da leitura da fluorescência inicial dos espécimes, representado na legenda pelo nome da resina e a terminação “inicial”. Os espectros de fluorescência final estão ilustrados na legenda com a bebida correspondente e o termo “final”.

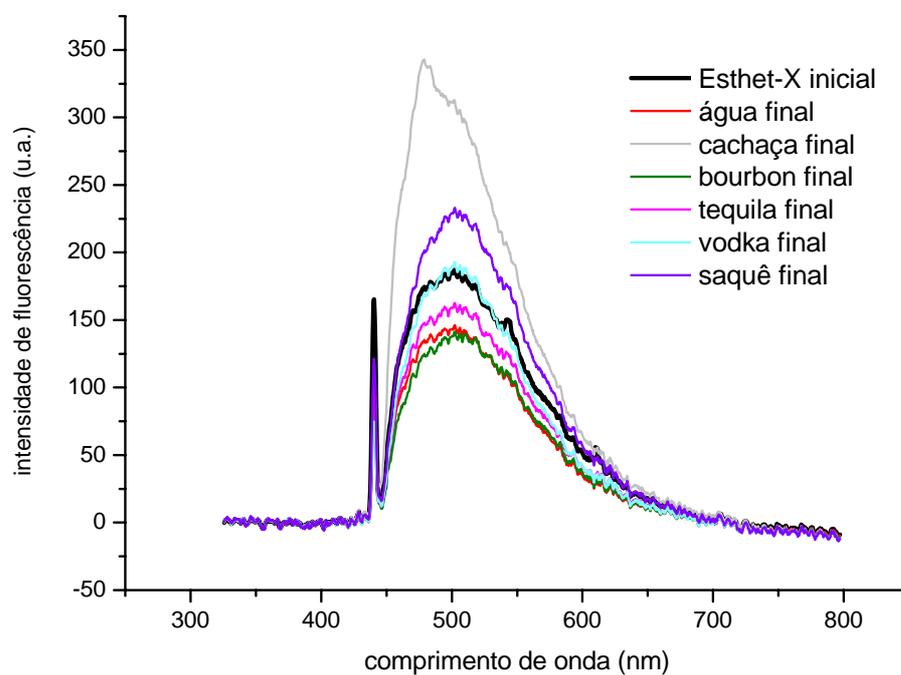


FIGURA 31- Espectro de fluorescência da resina Esthet-X™ (442nm)

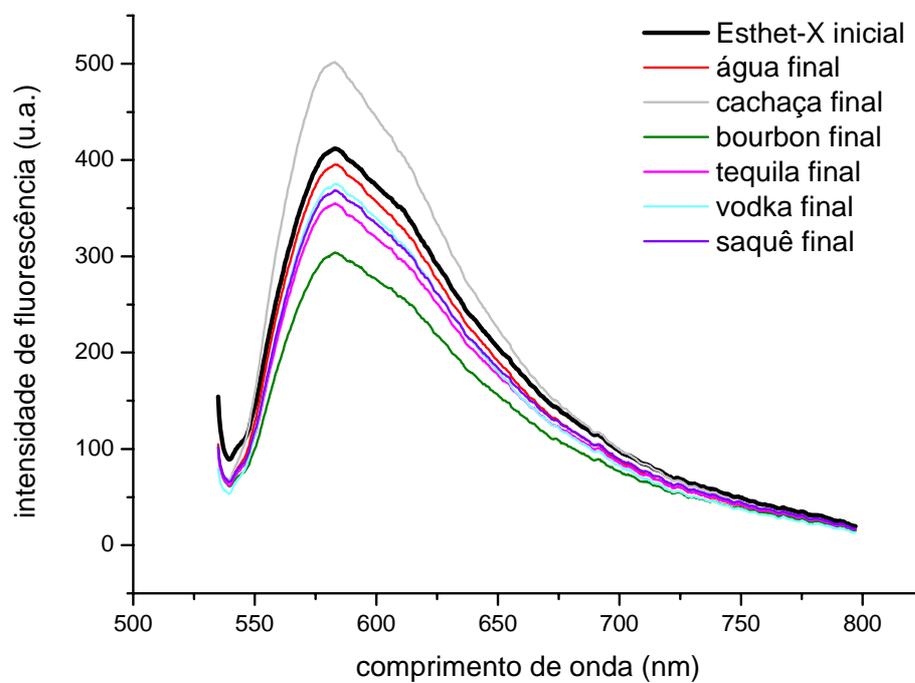


FIGURA 32 – Espectro de fluorescência da resina Esthet-X™ (532nm)

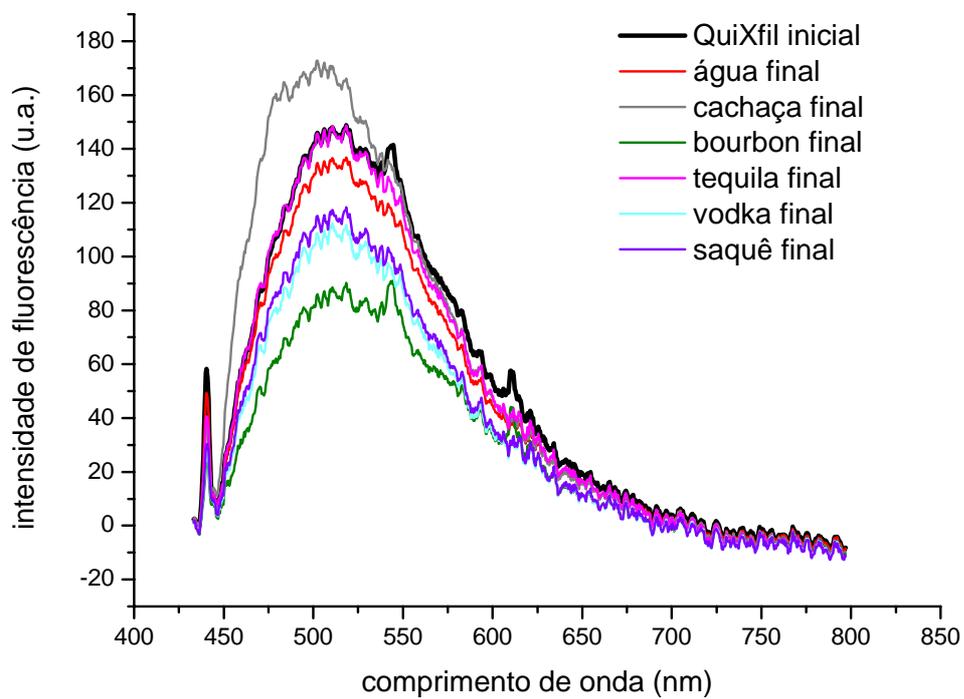


FIGURA 33 - Espectro de fluorescência da resina QuiXfil™ (442nm)

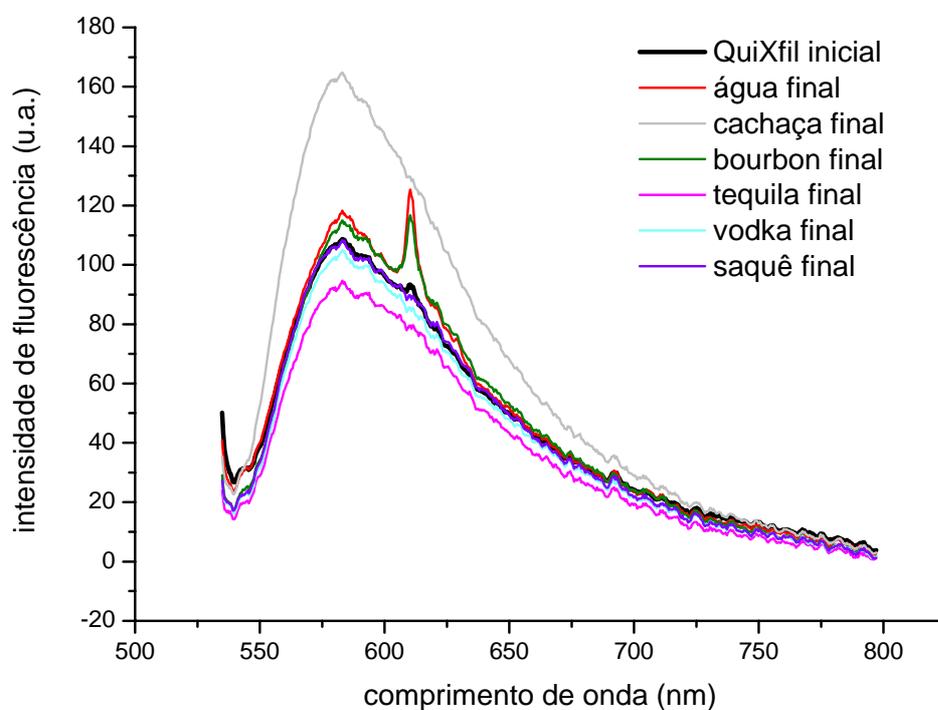


FIGURA 34 - Espectro de fluorescência da resina QuiXfil™ (532nm)

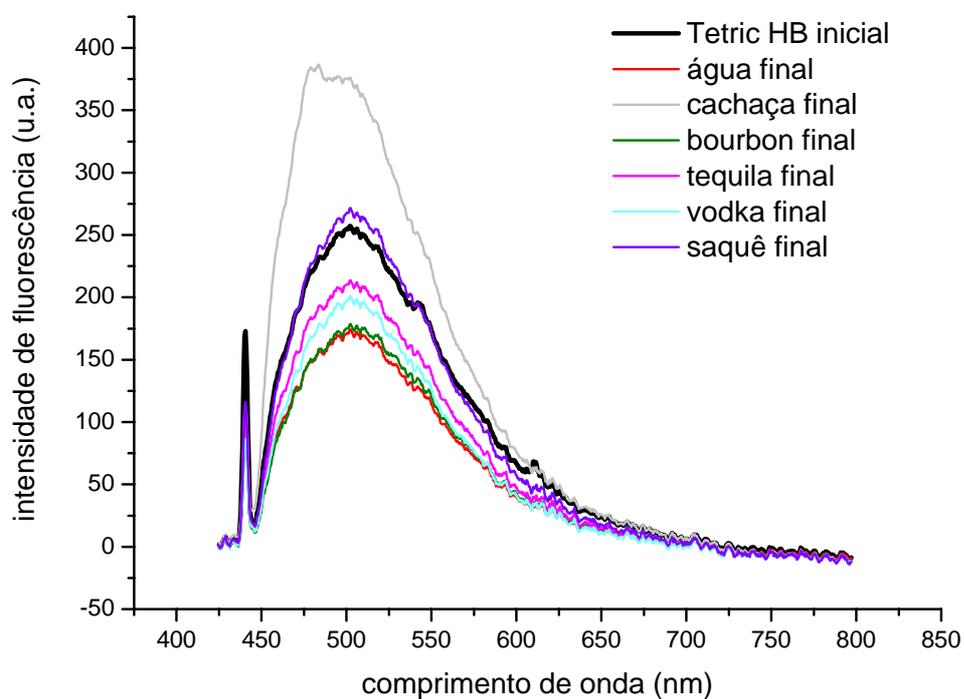


FIGURA 35 - Espectro de fluorescência da resina Tetric® Ceram HB (442nm)

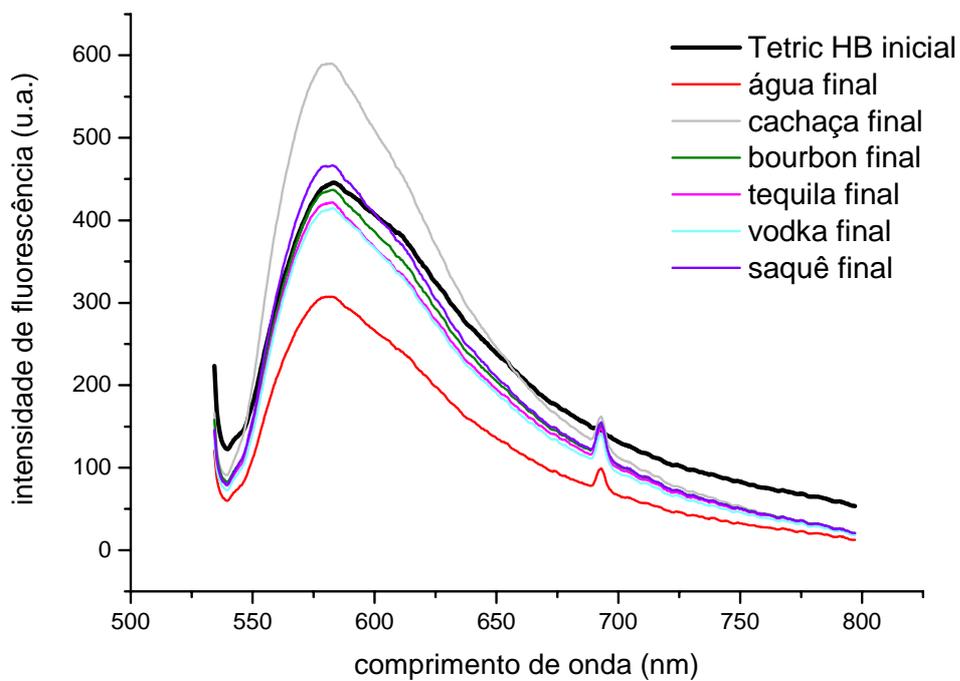


FIGURA 36 - Espectro de fluorescência da resina Tetric® Ceram HB (532nm)

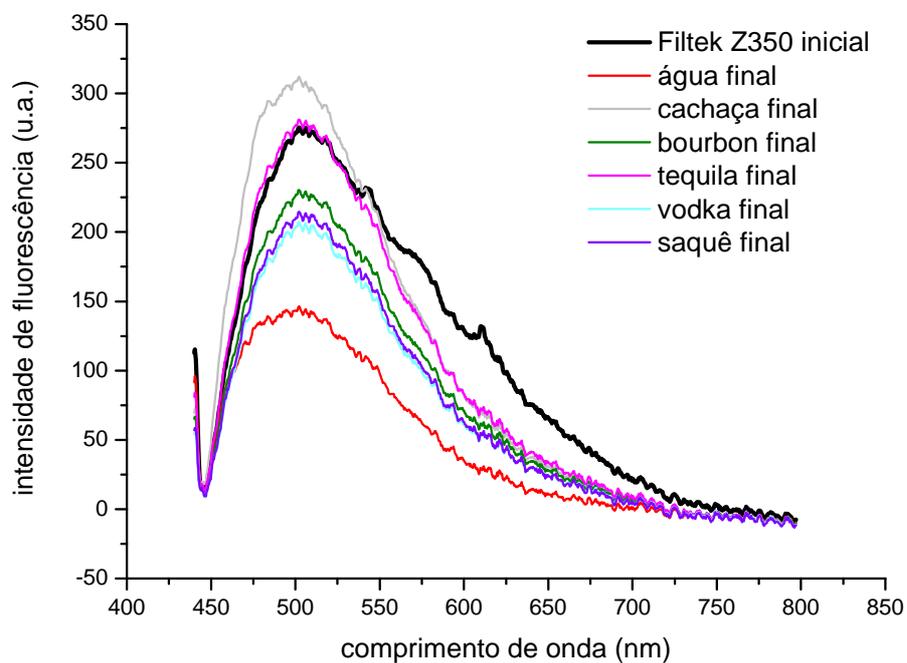


FIGURA 37 - Espectro de fluorescência da resina Filtek™ Z350 (442nm)

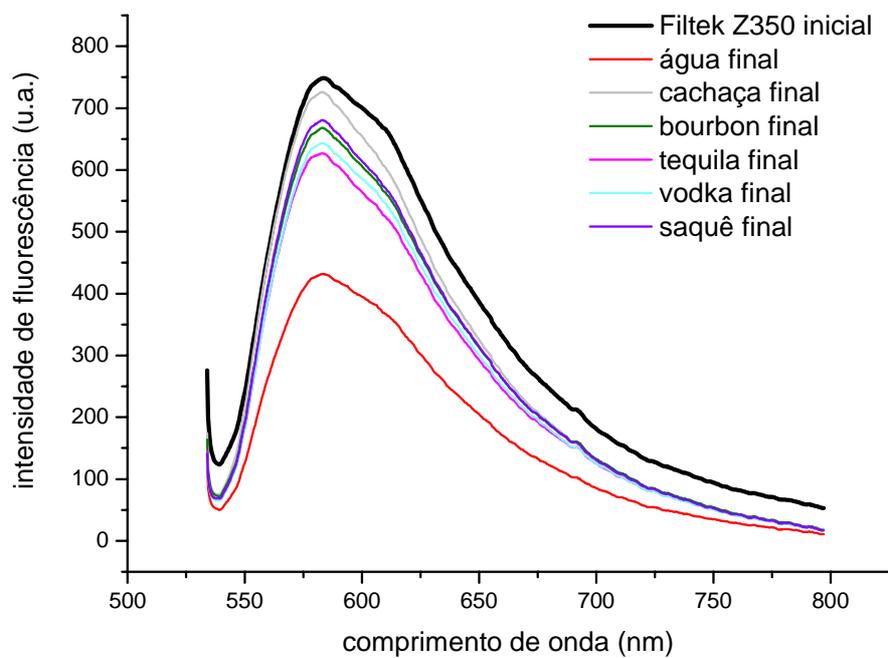


FIGURA 38 - Espectro de fluorescência da resina Filtek™ Z350 (532nm)

A análise da área sobre a curva dos espectros de fluorescência dos espécimes excitados em 442nm (Figura 39) revela o aumento e a diminuição da fluorescência das resinas após o período de imersão. A alteração da fluorescência dos espécimes foi dependente da bebida estudada.

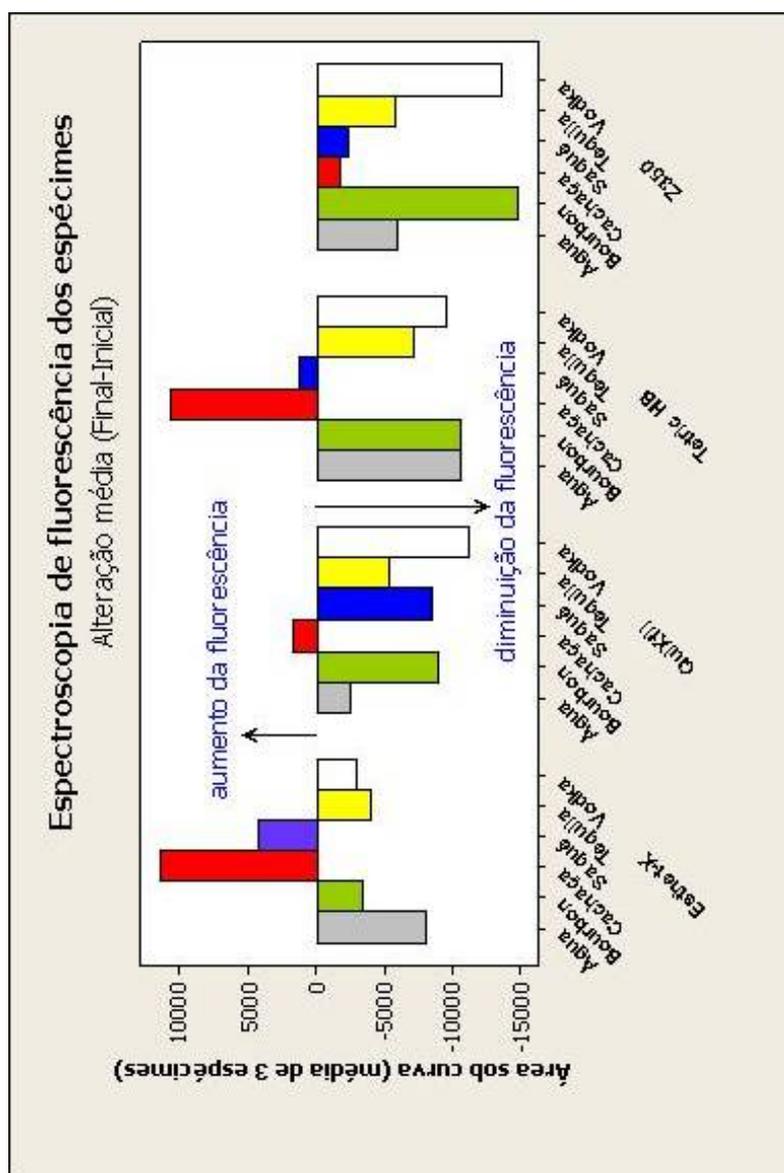


FIGURA 39 - Análise da alteração média da área sob a curva dos espectros de fluorescência (442nm) das quatro resinas

## 5.5 Espectrofluorimetria das bebidas

A análise aritmética foi realizada da subtração de espectro entre a bebida usada durante a imersão (amostra) e a bebida branca (controle). As figuras a seguir representam a diferença da curva espectral da fluorimetria das bebidas utilizadas.

Os gráficos correspondem apenas aos espectros que apresentaram picos representativos. As excitações e emissões realizadas que não expressaram picos ou, mostraram valores de fluorescência negativas não foram consideradas e foram apresentadas nos Apêndices (T-Y).

Os resultados foram ilustrados na ordem descrita no Quadro 5, com os picos de emissão obtidos pela absorbância e pelo *autoscan* do equipamento, seguido dos espectros de emissão e excitação referentes ao estudo de Örtengren<sup>34</sup> (Figura 40-49).

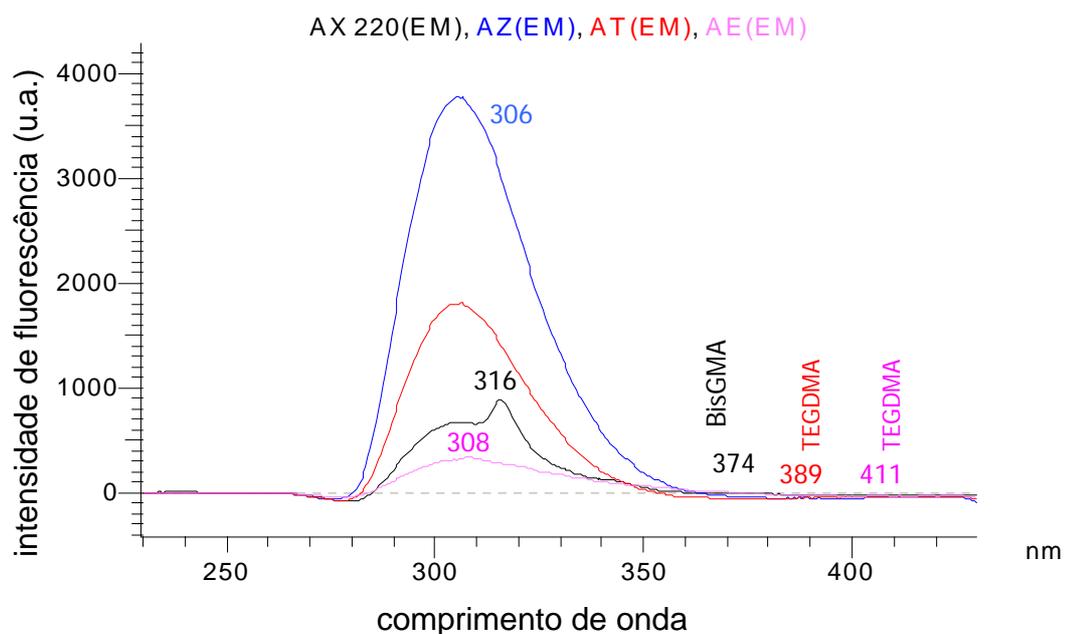


FIGURA 40 – Espectrofluorimetria da água (excitação 220nm; fenda 5nm)

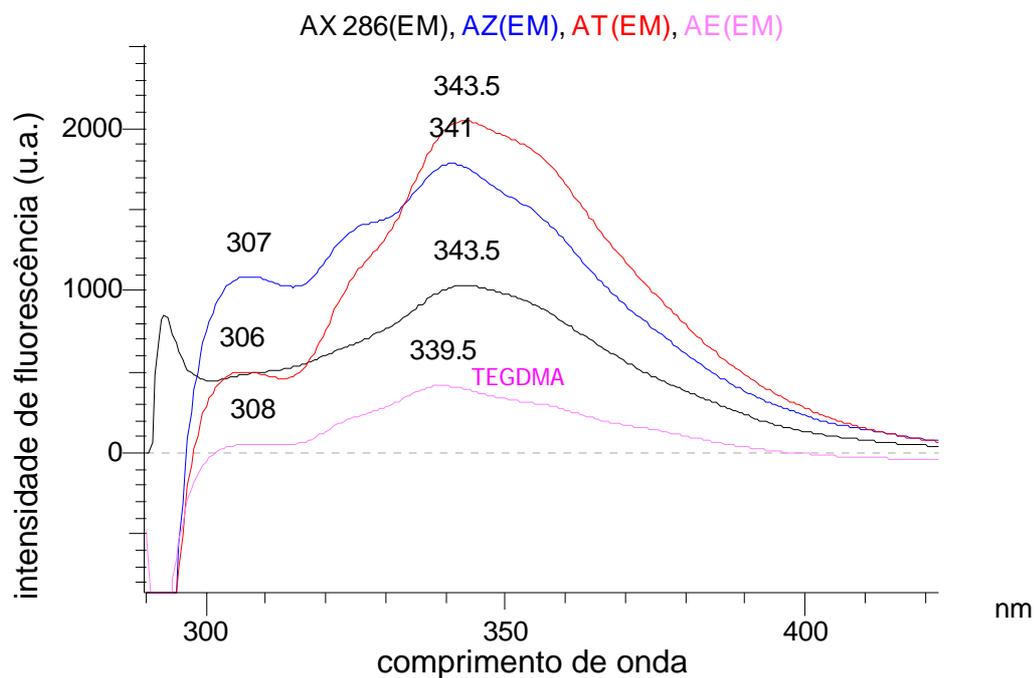


FIGURA 41 - Espectrofluorimetria da água (excitação 286nm; fenda 5nm)

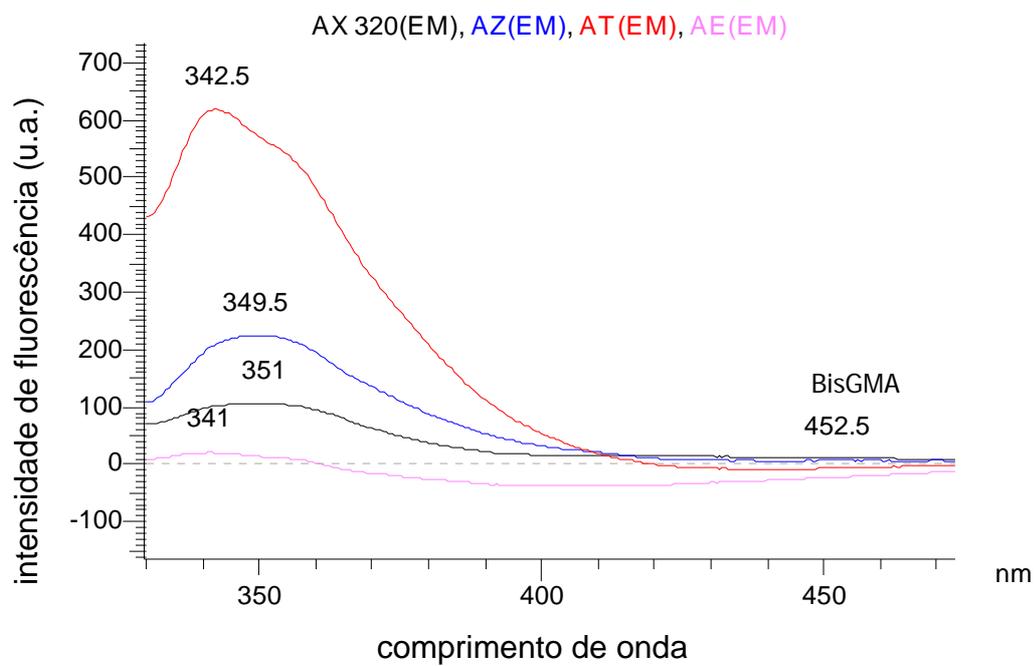


FIGURA 42- Espectrofluorimetria da água (excitação 320nm; fenda 5nm)

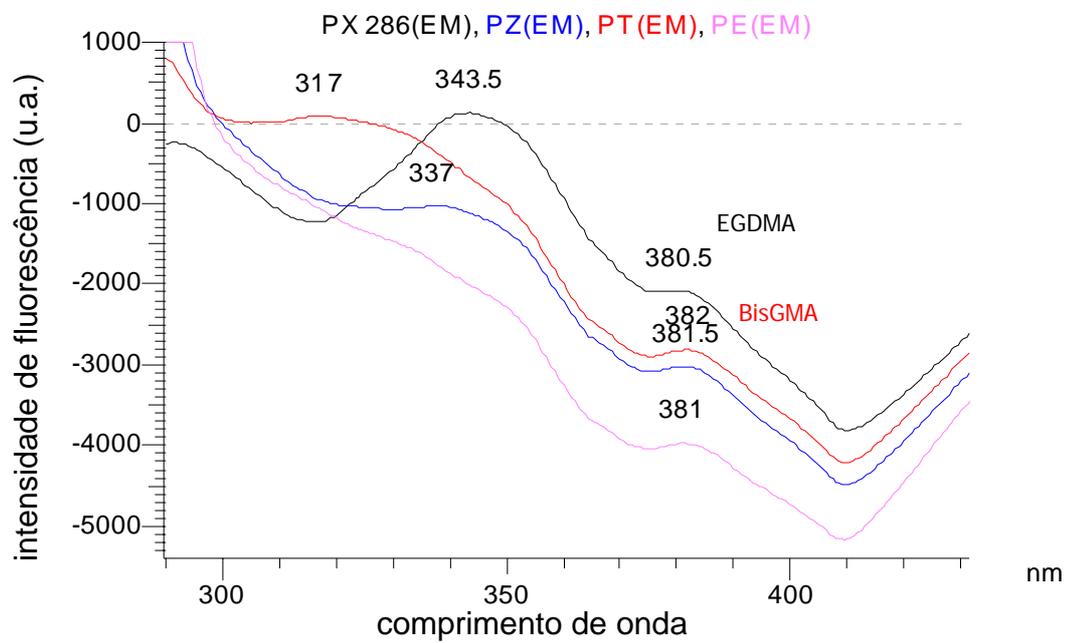


FIGURA 43 - Espectrofluorimetria da cachaça (excitação 286nm; fenda 5nm)

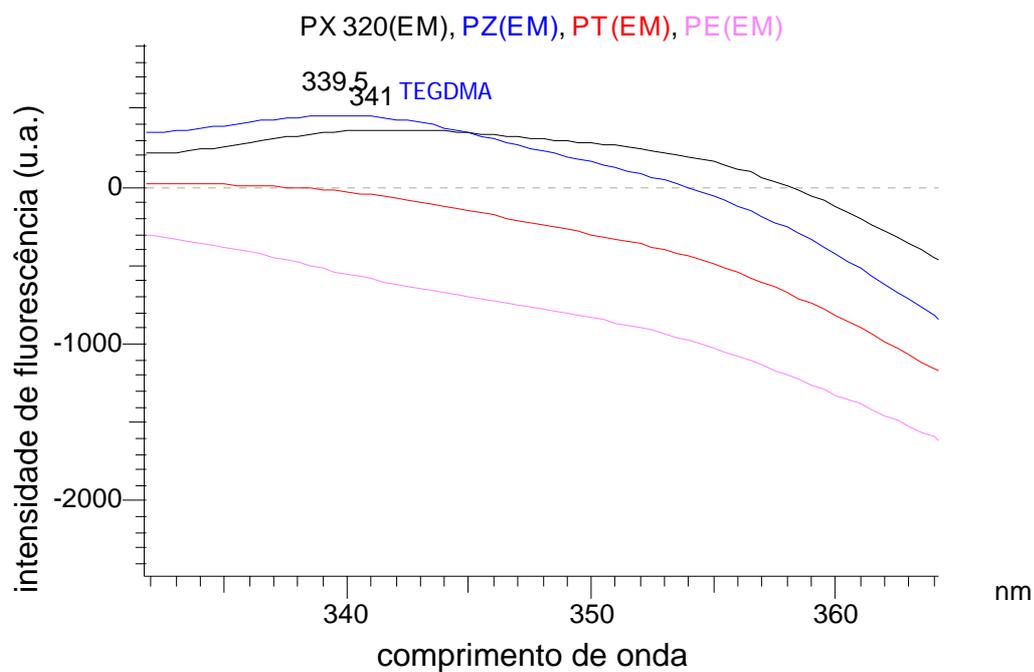


FIGURA 44 - Espectrofluorimetria da cachaça (excitação 320nm; fenda 5nm)

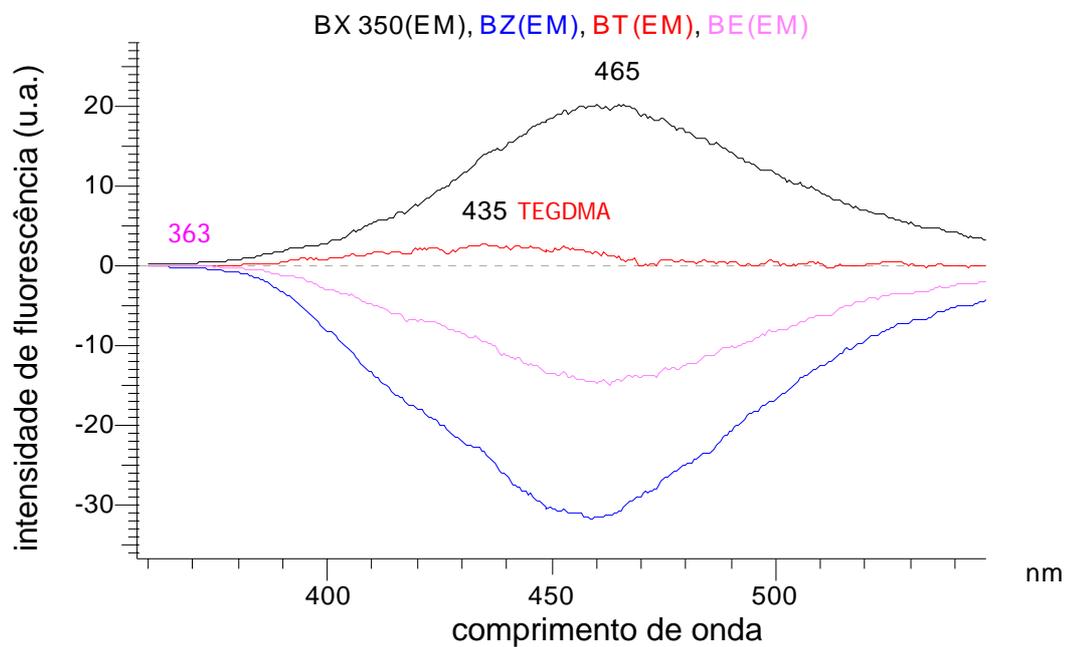


FIGURA 45 - Espectrofluorimetria do bourbon (excitação 350nm; fenda 5nm)

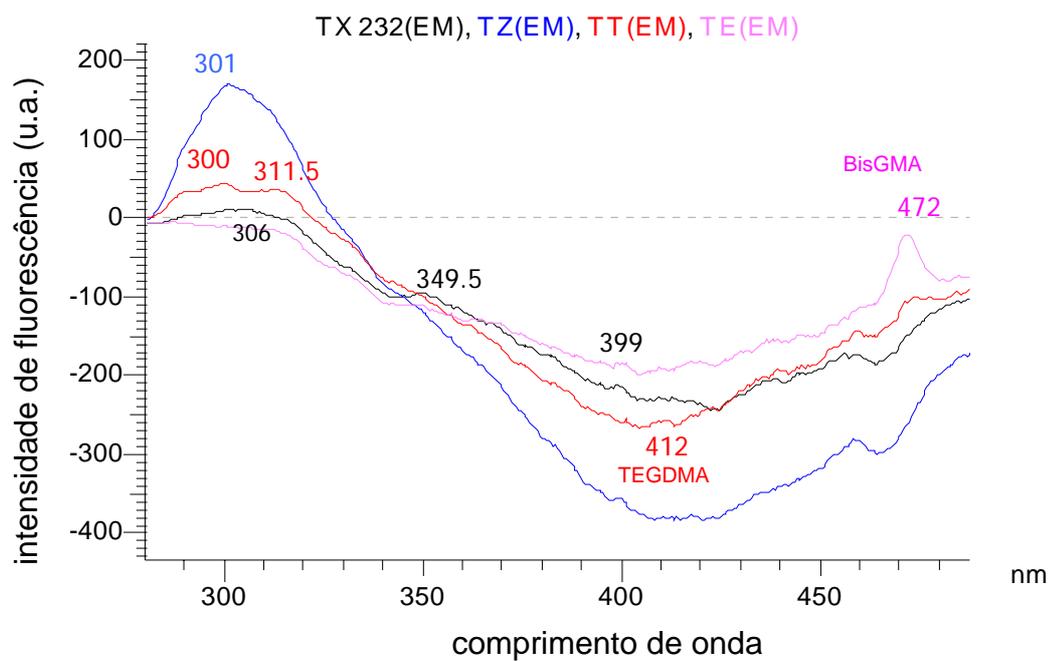


FIGURA 46 - Espectrofluorimetria da tequila (excitação 232nm; fenda 5nm)

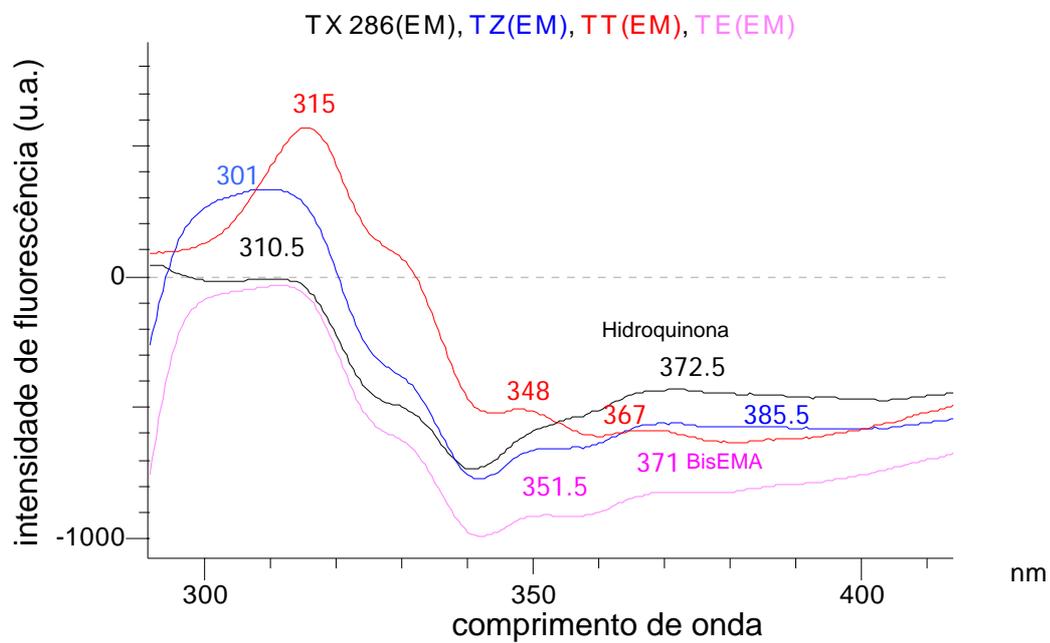


FIGURA 47 - Espectrofluorimetria da tequila (excitação 286nm; fenda 5nm)

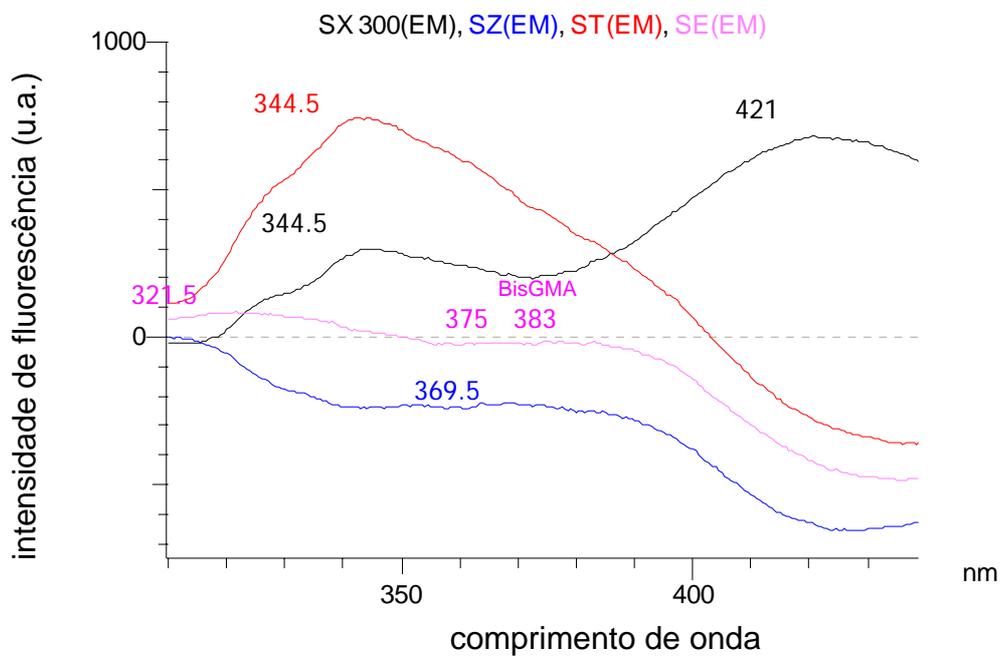


FIGURA 48 - Espectrofluorimetria do saquê (excitação 300nm; fenda 5nm)

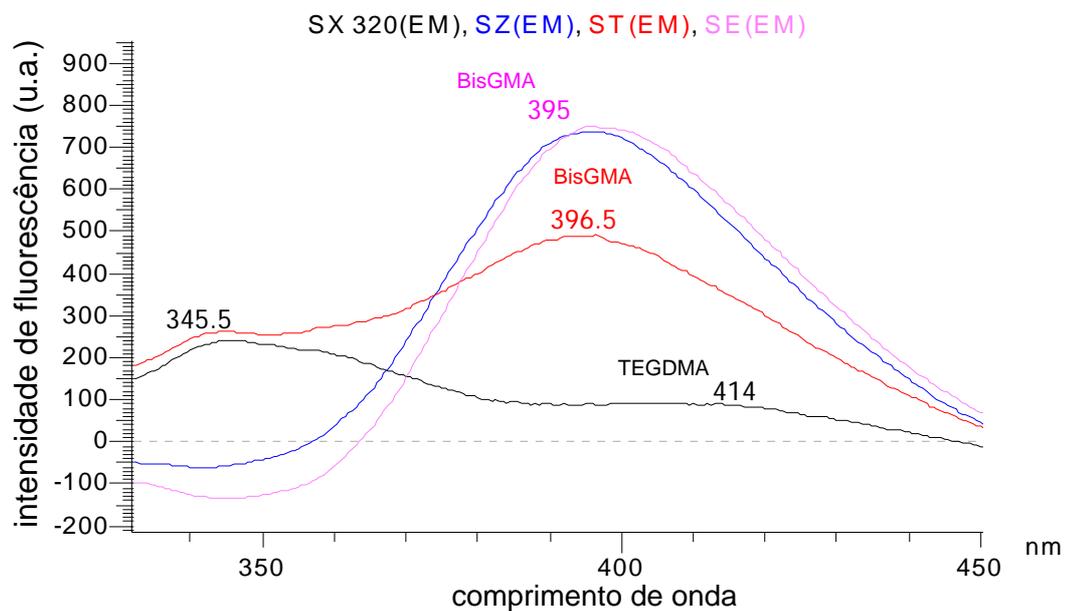


FIGURA 49 - Espectrofluorimetria do saquê (excitação 320nm; fenda 5nm)

As Figuras 50 a 53 apresentam a análise aritmética dos espectros de emissão das quatro resinas estudadas quando excitada no comprimento de onda fixado pelo *autoscan* do fluorímetro.

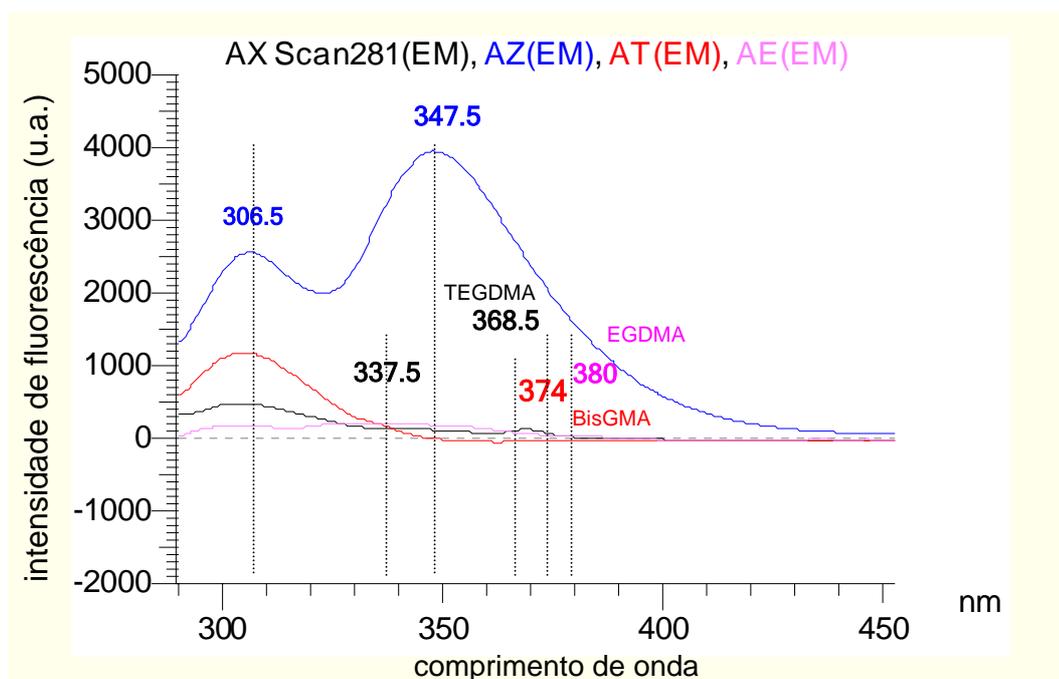


FIGURA 50 - Espectrofluorimetria da água (excitação 281nm; fenda 5nm)

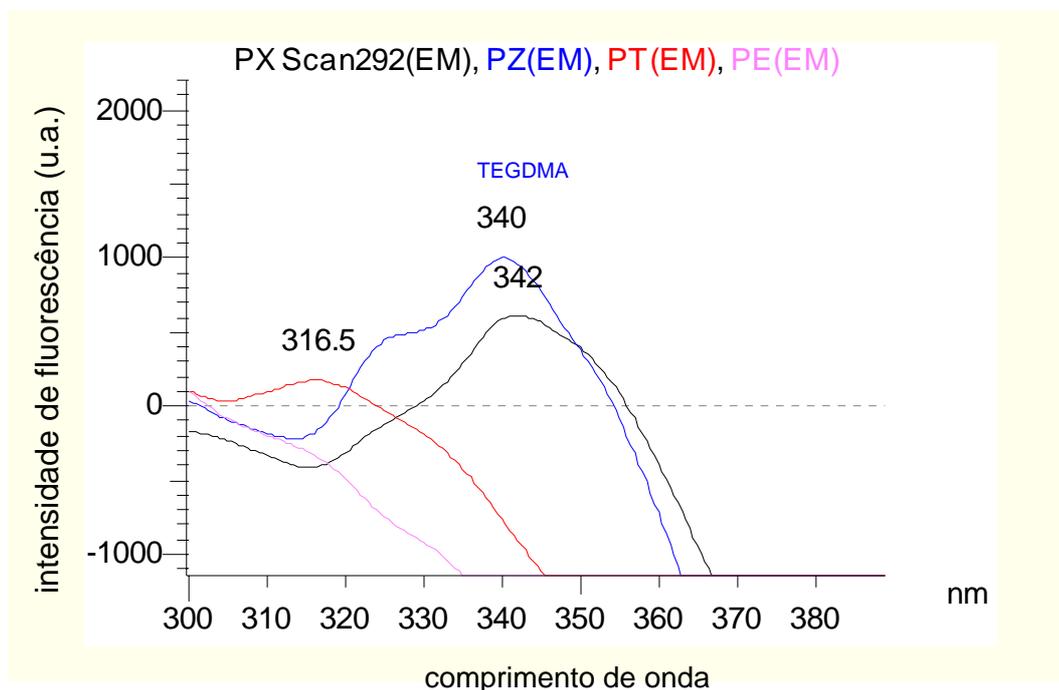


FIGURA 51 - Espectrofluorimetria da cachaça (excitação 292nm; fenda 5nm)

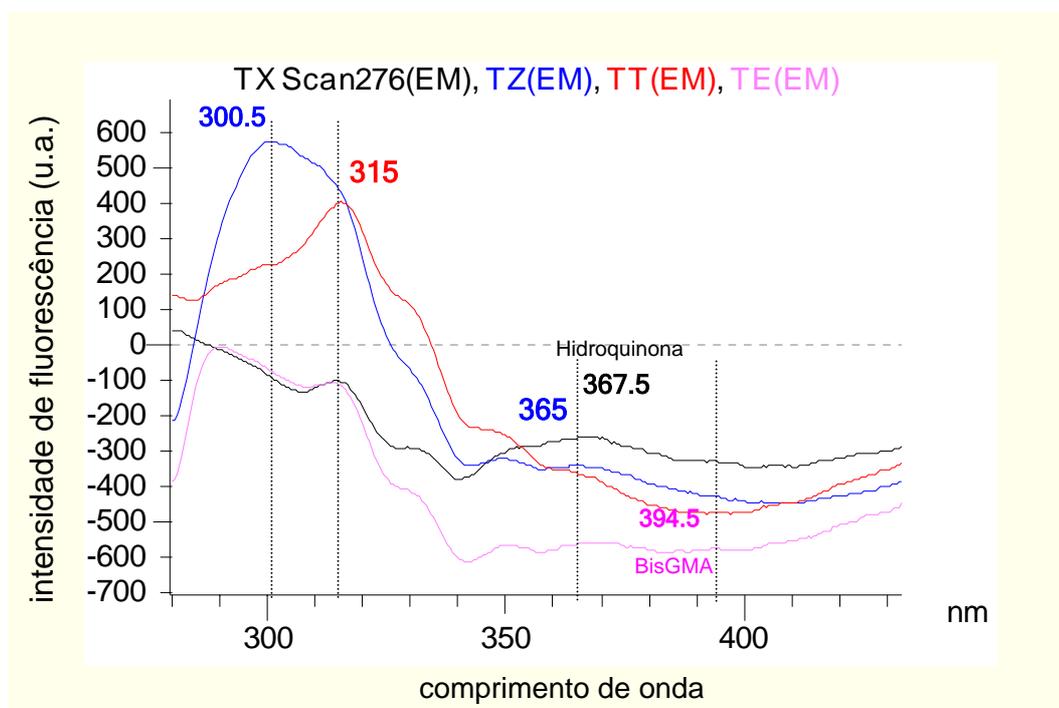


FIGURA 52 - Espectrofluorimetria da tequila (excitação 276nm; fenda 5nm)

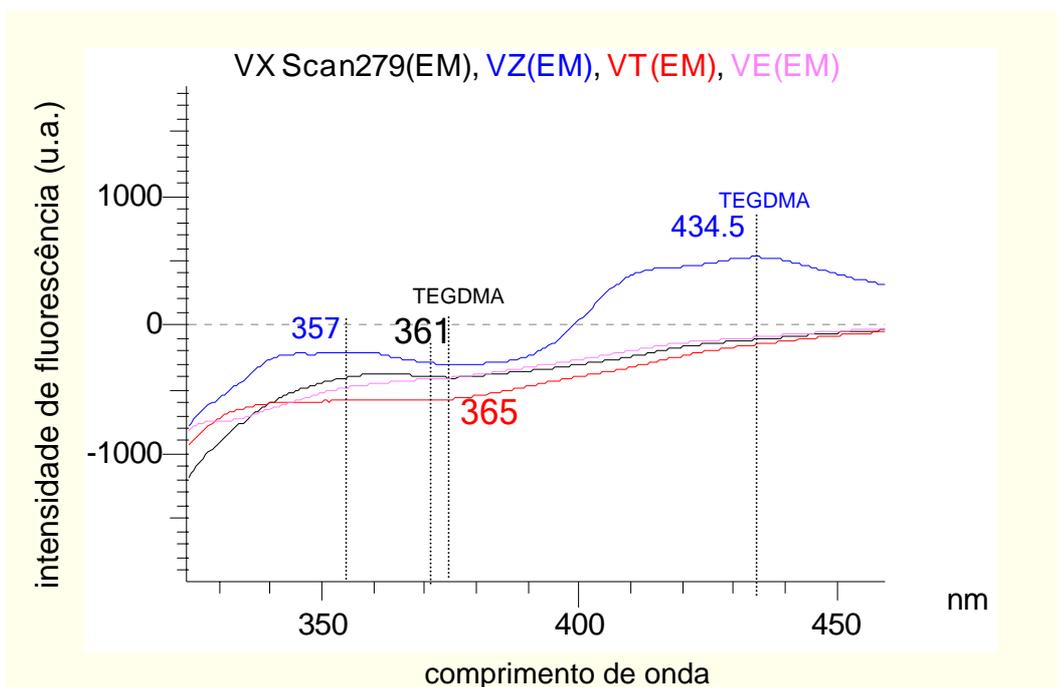


FIGURA 53 - Espectrofluorimetria da vodka (excitação 279nm; fenda 5nm)

As Figuras 54 a 56 apresentam a análise aritmética dos espectros de emissão das amostras de água, tequila, vodka e saquê excitados em 330nm, para as quatro resinas estudadas.

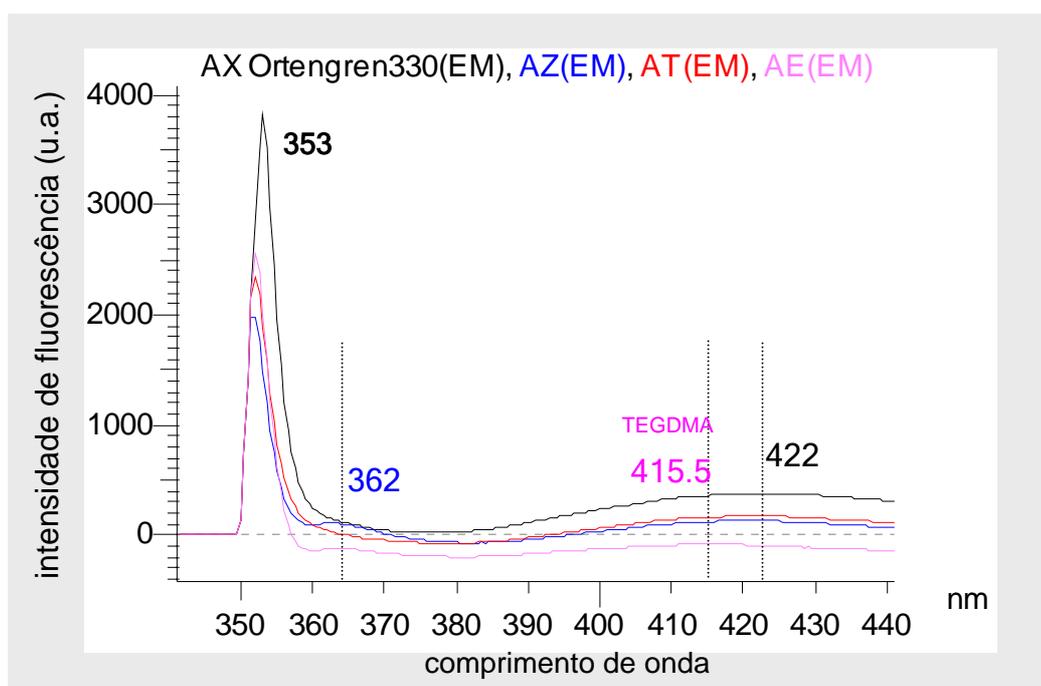


FIGURA 54 - Espectrofluorimetria da água (excitação 330nm; fenda 20nm)

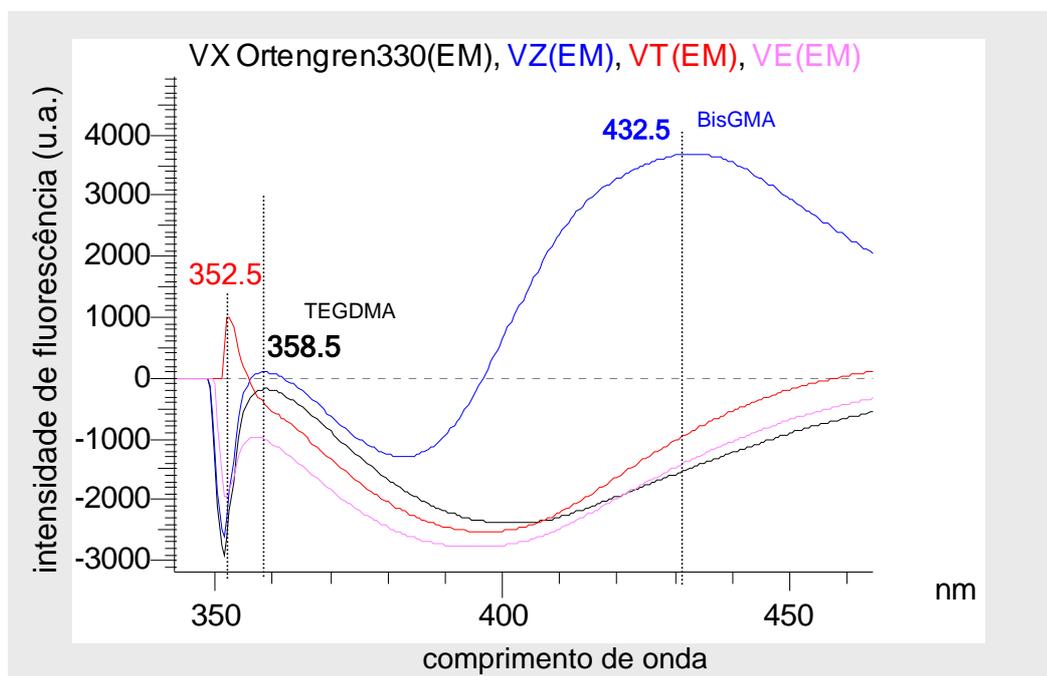


FIGURA 55– Espectrofluorimetria da vodka (excitação 330nm; fenda 10nm)

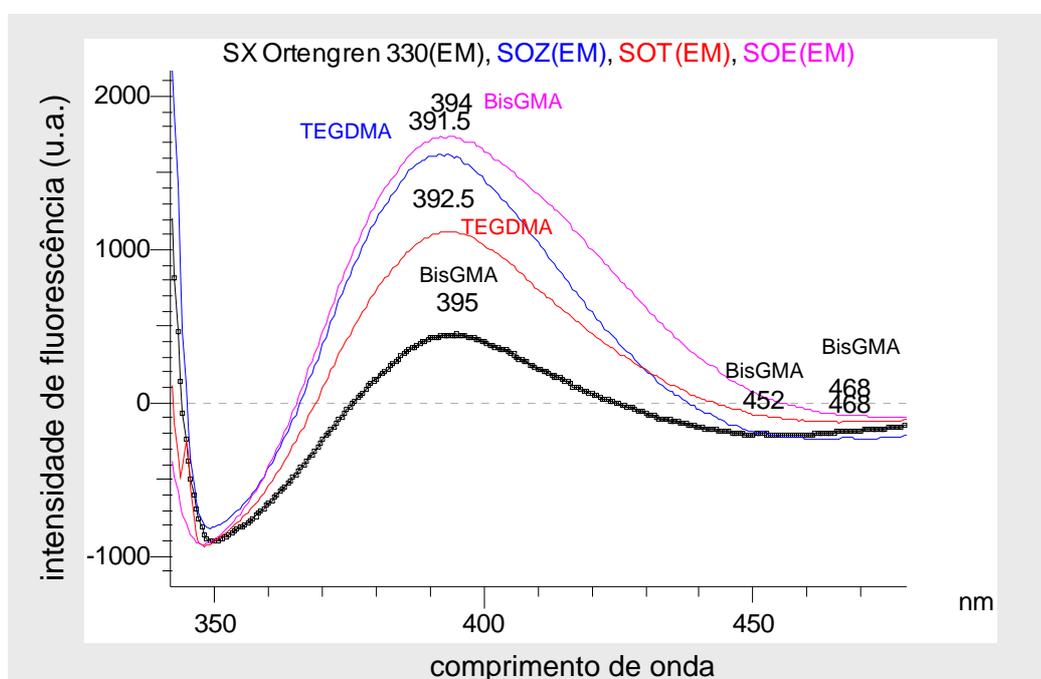


FIGURA 56– Espectrofluorimetria do saquê (excitação 330nm; fenda 10nm)

A análise aritmética realizada da subtração de espectro entre as amostras e os controles não mostrou valores de excitação na emissão em 390nm, para os grupos de água e cachaça, independente do tamanho da abertura da fenda.

As Figuras 57 a 59 apresentam as diferenças espectrais das amostras da tequila, vodka e saquê no comprimento de emissão de 390nm, das quatro resinas estudadas.

Foi observado apenas um pico de excitação em 267nm, de baixa intensidade, das quatro resinas imersas no bourbon.

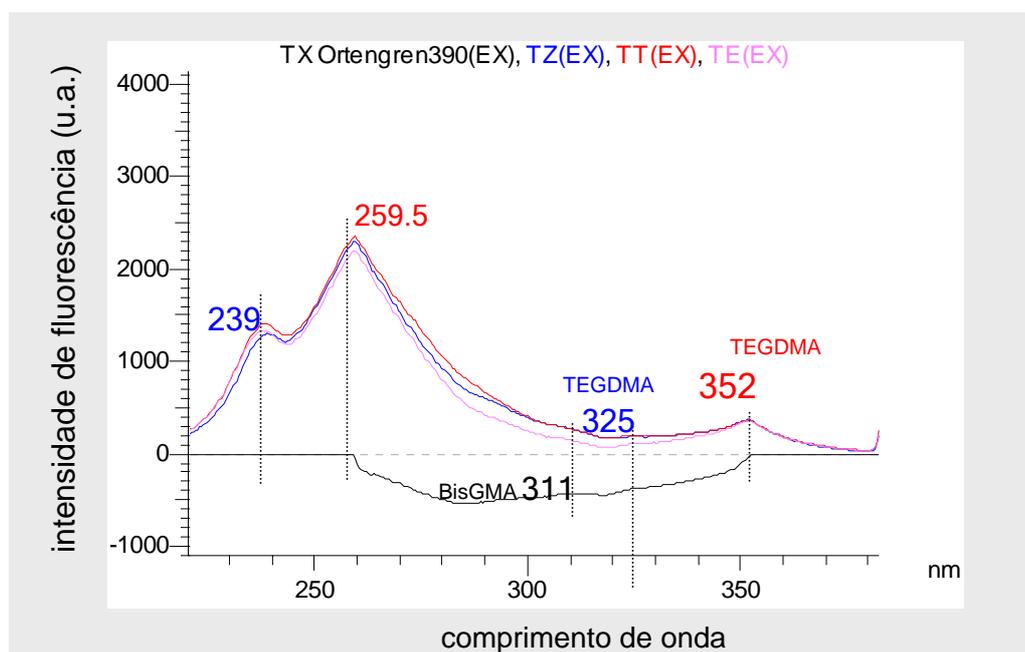


FIGURA 57 – Espectrofluorimetria da tequila (emissão 390nm; fenda 5nm)

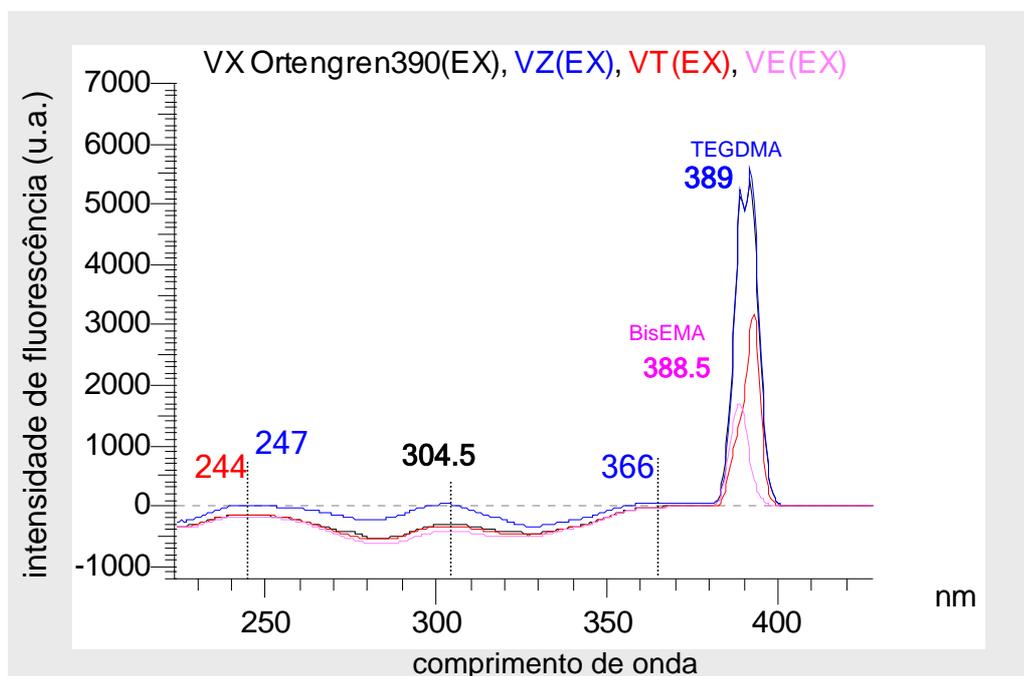


FIGURA 58 – Espectrofluorimetria da vodka (emissão 390nm; fenda 5nm)

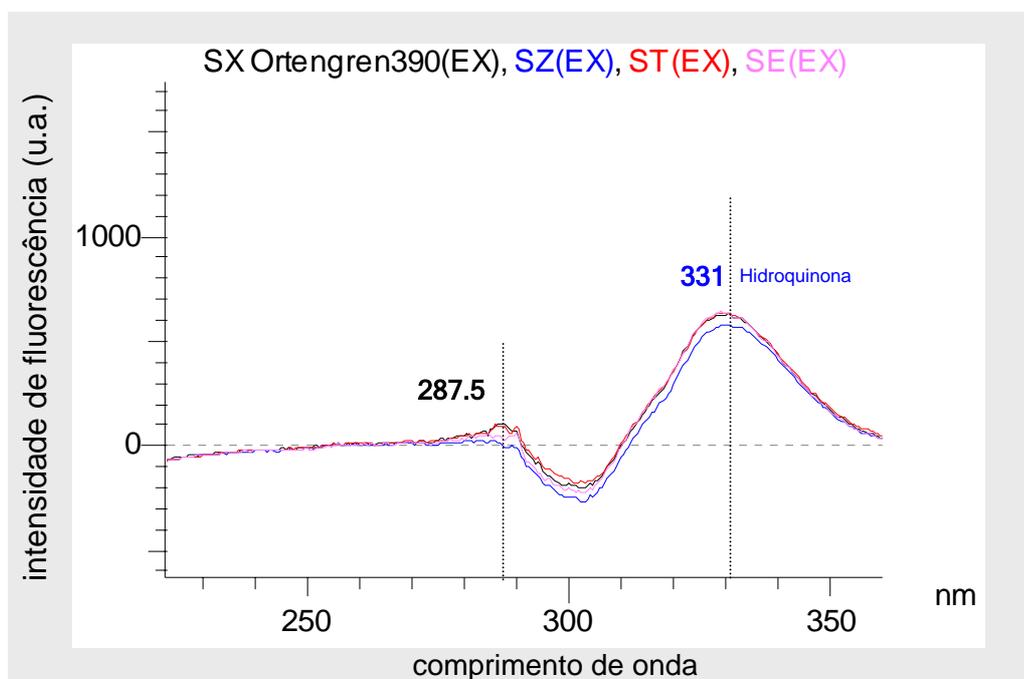


FIGURA 59– Espectrofluorimetria do saquê (emissão 390nm; fenda 2.5nm)

## 6 DISCUSSÃO

A epidemiologia do consumo de bebidas alcoólicas levantada, tanto no âmbito nacional quanto internacional, revela a tendência ao aumento do consumo por pessoas cada vez mais jovens e por mais mulheres.

É de conhecimento geral a preocupação das mulheres pela saúde, qualidade de vida e estética, contudo nos dias atuais, a procura pelos homens por tratamento estético tem aumentado consideravelmente, de acordo com pesquisa do gênero.

Assim, um maior número de pessoas estão buscando tratamento odontológico estético e preventivo (adultos e crianças) e conseqüentemente, o uso de compósitos estão aumentando e impurezas da degradação podem estar sendo liberadas.

Diante dessa realidade faz-se necessário o estudo da degradação de resinas compostas pela ação de bebidas alcoólicas.

### 6.1 Da metodologia

Após uma revisão detalhada dos artigos que utilizam imersão, foi observada falta de padronização dos tempos estabelecidos nas metodologias, até mesmo entre trabalhos do mesmo autor<sup>1,3,48,53,61,62</sup>. Assim, inicialmente, foi realizada uma pesquisa *in loco*, onde foi calculado o número de goles dados durante a ingestão de um copo de chopp 300ml (10±2 goles). Também foi observada a média de consumo (6±1 copo) por

pessoa (homens e mulheres) e o tempo despendido (26,6min/ copo). Porém, como foram utilizadas bebidas que são consumidas de formas diferentes, tratando-se de quantidade e freqüência, a metodologia desse trabalho baseou-se nas normas técnicas de padronização<sup>18</sup> para estudo da solubilidade de materiais poliméricos, as quais determinam sete dias consecutivos de imersão.

De acordo com a ISO 4049<sup>18</sup>, o espécime deve ser confeccionado com 15mm de diâmetro e 1mm de altura. Porém, nesse estudo, os corpos-de-prova foram confeccionados com 1/3 do diâmetro e, o dobro da altura recomendada, devido à necessidade de maior resistência dos espécimes para os demais testes.

Foi possível observar um espalhamento da luz pela lâmina de vidro durante a ativação, porém, o questionamento sobre sua ação nas amostras adjacentes foi descartado. Após análise com radiômetro foi possível observar que a densidade de potência da luz de espalhamento não alcançou 50~100mW/cm<sup>2</sup>. Logo, a luz submetida ao corpo-de-prova nessa condição não seria suficiente para interferir potencialmente na polimerização dos espécimes, considerando que são necessários 400mW/cm<sup>2</sup> para tal<sup>38</sup>. Posteriormente foram realizadas sucessivas aplicações de luz sobre a tira de poliéster, em tempos de 20s, para completa polimerização e máxima conversão de monômeros e, desta forma, otimizar os espécimes para as análises a serem realizadas<sup>66</sup>.

Segundo Yap em 2000<sup>66</sup>, quanto maior o tempo de fotoativação da resina, menor será o percentual de dureza da restauração, isso quer dizer que, a diferença entre a dureza da superfície voltada para a luz e a superfície de fundo será próxima de 1. Assim, a utilização da superfície inferior para a análise da rugosidade não interferiu nos resultados. A decisão da utilização dessa face do espécime se deve ao fato que, a face voltada para a luz apresentava maior número de bolhas e falhas, observadas já á vista desarmada.

Tais alterações podem ser causadas pelo extravasamento do material durante a compressão da lâmina de vidro, anterior a polimerização, que pode ter levado a um afloramento das partículas de carga. O contrário não foi observado na face inferior, provavelmente devido à contenção do material pelas paredes da matriz de aço.

Acredita-se que uma superfície com considerável rugosidade ou aspereza, levaria a uma acentuada degradação e ou erosão da superfície do material.

Considerando os trabalhos de tratamento de superfície, não foram realizados os procedimentos de acabamento e polimento da superfície dos corpos-de-prova, para evitar o aquecimento do material gerado durante o processo. Outra importante razão foi a necessidade de paredes paralelas para a leitura da superfície, tanto da rugosidade quanto da fluorescência. É importante salientar que o objetivo do estudo foi avaliar a alteração da superfície causada pela bebida e, uma melhor lisura superficial seria ideal para avaliá-la, assim se pressupôs<sup>6,50,54</sup>.

Embora Ferracane<sup>12</sup> considere relevante para reprodução da situação clínica uma imersão imediata das amostras, os testes estabelecidos para o estudo e o número de corpos-de-prova impossibilitaram essa condição. As leituras iniciais foram realizadas entre 12 e 48h da obtenção dos espécimes, para todos os testes.

A qualidade da rede polimérica que se forma durante a polimerização também irá ditar a duração na qual a expansão do compósito ocorrem<sup>11</sup>, logo, a polimerização além da preconizada<sup>1,2,12,36,41</sup> foi essencial para o estudo.

A agitação dos espécimes durante o período de imersão foi importante para minimizar a saturação do líquido adsorvido a face do corpo-de-prova. Com isso, se evitou a estagnação do meio e se promoveu uma reprodução da realidade cotidiana à que esses materiais estão submetidos.

## 6.2 Do resultado

A exposição intermitente ou continuada à agentes químicos oriundos da saliva, alimentação e bebida tem sido bastante estudada <sup>55</sup>. Também, Wu e McKinney<sup>56</sup> e McKinney e Wu<sup>26</sup> chamaram a atenção à necessidade de se investigar especificamente o consumo de bebidas alcoólicas.

A degradação gerada pelo etanol nos materiais poliméricos foi constatada nesse estudo pela alteração da rugosidade superficial, alteração da massa e fluorescência do espécime. Outros trabalhos avaliaram a susceptibilidade dos compósitos ao etanol, considerando principalmente, a alteração da dureza superficial <sup>2,3,8,13,21,35,43,61</sup> e cor <sup>4,16,42,44,56</sup>.

A superfície da resina composta mostrou-se susceptível à ação das bebidas utilizadas, sendo que, a bebida com a maior graduação alcoólica no estudo (bourbon) levou a alterações mais representativas.

Segundo Abu-Bakr et al.<sup>1</sup> a bebida alcoólica e de baixo pH, causam deterioração da superfície dos materiais de forma significativa, podendo ser detectada clinicamente pela perda de brilho da superfície. Resultado semelhante foi observado por Souza et al.<sup>48</sup> que além das variáveis utilizadas anteriormente<sup>1</sup>, associou o tempo como variável no aumento da rugosidade.

O bourbon (pH 3,80) e o saquê (pH 4,55) levaram a uma maior alteração da rugosidade, independente do teor alcoólico. De acordo com o trabalho realizado por Souza et al. <sup>48</sup> em trabalho similar constataram que, meios com pH de 5,0 e 7,0 levam a perda de material, entretanto, essa perda se apresenta mais pronunciada em pH 3,0, que leva à formação de trincas e rachaduras do material <sup>48</sup>.

Embora os valores da alteração da rugosidade superficial das resinas estudadas tenham sido significantes, apenas a resina QuiXfil

apresentou valores de Ra superiores a  $0,2\mu\text{m}$ , sendo que as demais se mantiveram entre  $0,05$  e  $0,1\mu\text{m}$ . Esse resultado, de acordo com a literatura <sup>60,37,58</sup>, não levaria a uma precoce adesão bacteriana na superfície do material.

A absorção e solubilidade podem servir como precursores para uma variedade de processos químicos e físicos que criam preocupações importantes, tanto quanto produzem efeitos deletérios na estrutura e função dos materiais poliméricos. Esses efeitos podem incluir alterações volumétricas, entre elas o intumescimento<sup>11</sup>. Trabalhos que avaliam solubilidade e perda de peso do material são, normalmente, realizadas em meio aquoso, considerando a capacidade de sorção dos compósitos e fazendo uma comparação entre os diferentes materiais.

Nesse estudo as alterações da massa dos espécimes foram observadas, sendo que a água, a cachaça e a vodka levaram a perda de peso e, o bourbon, a tequila e o saquê ao aumento de peso.

Essas constatações de, ganho e perda de peso, podem ser entendidas se, considerarmos o modo de fabricação dessas bebidas. No caso do bourbon e da tequila, sabe-se que são envelhecidas em tonel de madeira, e assim, substâncias de baixo peso molecular podem ter sido incorporadas a ela. Essas substâncias, como o pigmento, podem ter sido incorporado ao espécime, como observado nas amostras imersas no bourbon que apresentaram alteração de cor após os 7 dias de imersão, justificando o aumento de peso das resinas Esthet-X, QuiXfil e Filtek Z350. Convém salientar que o aumento do peso foi somente observado na quarta casa dos valores ( $0,0000\text{g}$ ).

Sabe-se que a absorção de água das resinas compostas é menor que dos cimentos de ionômero de vidro e compômeros, quando comparados entre si <sup>19</sup>. Entretanto, a entrada de água desencadeia a degradação química do polímero, levando a formação de oligômeros e monômeros. A degradação progressiva altera a microestrutura da resina através da formação de poros, por onde os oligômeros e monômeros são

liberados<sup>15</sup> e que podem levar a variação da massa, por perda ou incorporação de substância através dessas lacunas estruturais.

Momoi e McCabe<sup>28</sup> concluíram que, embora a expansão inicial das resinas compostas imersas em água possa ser benéfica, compensando os efeitos de contração, a longo prazo, a absorção de água e expansão continuada, em muitos casos, podem produzir pressões que levam a comprometer a integridade dos materiais restauradores.

O comportamento da resina Filtek Z350 nesse estudo, após o período de imersão, apresentou ganho da massa na maioria das bebidas, o que leva a crer que há maior susceptibilidade dos seus componentes à absorção de líquido e subprodutos da interação com a bebida.

O resultado desse estudo mostrou uma variação da massa diferente entre as resinas e, entre as bebidas. A variação da massa foi observada nos dois sentidos da balança, isso é, houve ganho e redução de peso dos espécimes após sete dias de imersão nas bebidas. Para Esthet-X™ foi observado aumento de peso dos espécimes imersos em bourbon, tequila e saquê, e perda de peso em água, cachaça e vodka. A resina QuiXfil™ apresentou aumento de peso para nas amostras imersas em tequila, bourbon e água, e redução de peso em cachaça, saquê e vodka.

A resina Tetric® Ceram HB apresentou apenas perda de peso, com exceção das amostras imersas em saquê.

Badra et al.<sup>3</sup> (2005) afirmaram que o aumento do volume de carga nos compósitos tem resultado em uma menor absorção de água, levando portanto, a uma menor degradação da superfície. Os autores, baseados nessa afirmação, justificaram os melhores resultados alcançados pela resina Esthet-X. Entretanto, nossos resultados não corroboraram com essa afirmativa, pois a resina QuiXfil que apresentou o

maior volume resultou na maior alteração e, a resina Esthet-X com o menor volume apresentou melhores resultados com relação a perda de componentes, embora a variação da massa tenha sido a mais ampla.

Martin e Jedynakiewicz <sup>25</sup> em 1998 observaram que o pH e o tempo influenciam significativamente na sorção e no comportamento de solubilidade dos materiais estudados.

Com relação ao pH, observamos em nosso trabalho, um aumento de 0,40 a 1,0 unidades com relação à variação. As maiores alterações de pH foram observadas para a resina QuiXfil™, que exibiu alterações de 0,5 unidades no bourbon, 0,20 unidades na cachaça, 1,0 unidade na tequila e 1,5 unidades na vodka.

De acordo com a alteração do pH para as bebidas, foi observada uma discreta diminuição do pH da vodka e do saquê, e, aumento do pH das amostras de água.

As amostras de tequila, cachaça, bourbon apresentaram alteração do pH em todas as situações, isto é, o controle também apresentou variação do pH, o que leva a crer que esta alteração pode ocorrer não somente pela degradação da resina, mas também, pela sua manipulação. Nicholson et al <sup>31</sup>, também observaram o aumento do pH das soluções estudadas em todos os intervalos de tempo pelo menos em 0,26 unidades de pH.

De acordo com a análise dos dados obtidos entre as diferenças de rugosidade e pH, não foi encontrado nenhum tipo de correlação positiva.

A análise das bebidas revelou a presença de picos sugestivos de diferentes resíduos dos componentes dos compósitos, porém o estudo da espectrofluorimetria das amostras mostrou a complexidade da análise desses meios, devido aos componentes orgânicos existentes em sua composição, principalmente, das bebidas que foram submetidas ao envelhecimento em tonéis de madeira. Durante

a análise das bebidas foi observada a sobreposição de espectros, esperada quando há a presença de mais de uma espécie (substância) no meio, de acordo com Trevisan e Poppi <sup>52</sup>. Diante disso, a análise aritmética ou subtração de espectro entre a bebida usada durante a imersão (amostra) e a bebida branca (controle) foi fundamental para a análise correta dos resultados.

Outra dificuldade encontrada durante a análise foi à alta intensidade de fluorescência do controle branco de algumas bebidas, que estouraram a escala de análise (10.000 u.a.). Em contrapartida os espectros das amostras revelaram perda de fluorescência. Assim, a abertura e fechamento da fenda foram necessários para resolver espectros complexos ou diminuir a intensidade de fluorescência <sup>45</sup> e, assim, possibilitar a subtração espectral no mesmo parâmetro.

Para possibilitar a análise comparativa, o presente trabalho foi realizado utilizando-se também os valores de excitação e emissão estabelecidos, aleatoriamente, por Örtengren <sup>34</sup>. Embora o autor não descreva a realização da subtração espectral para a análise dos espectros de fluorescência, seus resultados foram utilizados para a análise dos nossos resultados, com ressalva.

De acordo com a literatura, compostos orgânicos contendo grupos funcionais aromáticos fornecem valores superiores de intensidade de fluorescência em comparação aos demais tipos de estruturas químicas, isto é, compostos contendo estruturas alifáticas e alicíclicas ou estruturas altamente conjugadas também podem apresentar fluorescência, porém, com intensidades inferiores em comparação ao sistema aromático <sup>52</sup>. Assim, os picos de fluorescência observados durante o estudo sugerem a presença de componentes aromáticos, como BisGMA, BisEMA, Bisfenol-A, BHT e Hidroquinona por exemplo, tanto quanto de TEGDMA, que é uma estrutura conjugada, de acordo com a

descrição dos componentes luminescentes <sup>52</sup>, desde que tenha ocorrido perda dos mesmos para o meio, embora em pequenas quantidades.

Porém, não foi possível identificar todos os picos presentes no espectro de emissão e excitação. Supõe-se que os picos desconhecidos podem estar relacionados aos componentes inerentes à própria bebida estudada.

Sabe-se que bebidas envelhecidas contém materiais acidentais ou estranhos à madeira, substâncias essas de baixo peso molecular podem ser compostos aromáticos (fenólicos), terpenos, ácidos alifáticos, álcoois e substâncias inorgânicas <sup>22</sup>. É importante saber que essas madeiras utilizadas para confecção de tonéis apresentam componentes resinosos naturais, oriundos dos canais resiníferos e componentes de baixo peso molecular e macromoléculas da madeira interagem com a bebida armazenada <sup>22</sup>.

O estudo do espectro de fluorescência dos espécimes foi realizado para sustentar os resultados da espectrofluorimetria das bebidas. A análise da subtração de espectros pelo fluorímetro revelou fluorescência negativa das amostras, o que poderia significar perda de fluorescência da bebida para o espécime. Assim, os espécimes teriam seu espectro de fluorescência aumentado após o período de imersão. Contudo os resultados das análises dos espectros dos corpos-de-prova revelaram que, na maioria das vezes, há perda de fluorescência, o que ratifica a ocorrência da degradação do material.

Descrevendo os resultados, os espécimes da resina Esthet-X™, excitados em 442nm, revelaram aumento de fluorescência quando imersos em cachaça e saquê, sem alteração em vodka, e, diminuição da fluorescência em água, tequila e bourbon. Já o espectro de excitação em 532nm revelou o aumento da fluorescência apenas para os espécimes imersos em cachaça. Os demais espécimes perderam fluorescência.

Para resina QuiXfil™, o espectro de fluorescência (442nm) apresentou aumento apenas na cachaça. Nenhuma alteração para os espécimes imersos em tequila foi observada, somente perda de fluorescência para as demais bebidas. Importante observar que pico em 540nm e 610nm presentes no espectro inicial não foram observados na leitura final, com exceção do bourbon. O espectro de fluorescência em 532nm revelou aumento de fluorescência para os espécimes imersos em cachaça, água e bourbon. Nenhuma alteração para o saquê foi observada, somente diminuição para a tequila e vodka. Verificou-se um pico em 610nm para água e bourbon.

Para a resina Tetric® Ceram HB foi observado aumento de fluorescência dos espécimes imersos em cachaça e saquê e perda de fluorescência nas demais bebidas. Na excitação em 532nm o aumento e perda de fluorescência se mantiveram iguais aos da excitação em 442nm, porém foi observada uma diminuição da largura da banda, bem como presença de pico em 690nm para as leituras finais.

No espectro de fluorescência da resina Filtek™ Z350 (442nm) foi notado uma diminuição da largura da banda, com aumento de fluorescência dos espécimes em cachaça, sem alteração em tequila, e perda de fluorescência nas demais bebidas. Em excitação de 532nm foi observada apenas perda de fluorescência.

As técnicas espectroscópicas aplicadas nos processos de análise química são recentes e pouco exploradas no campo da Odontologia e apresentam a vantagem, em relação à cromatografia e espectrometria de massa, dos espécimes não serem destruídos durante a análise<sup>34,52</sup>.

Assim, diante dos resultados de rugosidade superficial, variação da massa e pH, além da espectrofluorimetria e espectro de fluorescência da amostra e dos espécimes é possível afirmar que, houve degradação dos materiais nessas condições experimentais.

## 7 Conclusão

De acordo com o estudo realizado foi possível concluir que:

- a) bebidas alcoólicas alteram a rugosidade superficial de maneira significativa, sendo que as maiores alterações foram causadas pelo bourbon, seguido da vodka, tequila, cachaça, saquê e água. A resina Quixfil apresentou os maiores valores de rugosidade final.
- b) com relação ao estudo da variação da massa, foram observados perda de peso dos espécimes em imersão em água, cachaça, vodka e saquê e ganho de peso em bourbon e tequila, após 7 dias;
- c) as alterações do pH foram significantes para todas as bebidas, porém as alterações do pH da tequila, cachaça e bourbon podem ter sido causadas pela sua manipulação.
- d) foram observados aumentos da fluorescência dos espécimes imersos em cachaça e saquê, com exceção da resina Filtek™ Z350, que não apresentou aumento da fluorescência após imersão;
- e) os picos observados nos gráficos de espectrofluorimetria sugerem a presença de componentes da resina composta em todas as bebidas analisadas; e a fluorimetria mostrou um comportamento diferente entre as resinas para uma mesma bebida.

## 5 REFERENCIAS\*

- 1 Abu-Bakr N, Han L, Okamoto A, Iwaku M. Evaluation of the surface roughness of compomer by Laser Scanning Microscopy. *Dent Mater J*. 2001 Jun; 20(2):172-80.
- 2 Asmussem E. Softening of BisGMA-based polymers by ethanol and organic acids of plaque. *Scand J Dent Res*. 1994;92:257-61.
- 3 Badra VV, Faraoni JJ, Ramos RP, Palma-Dibb RG. Influence of different beverages on the microhardness and surface roughness of resin composites. *Oper Dent*. 2005; 30: 213-9.
- 4 Bagheri R, Burrow MF, Tyas M. Influence of food-simulating solution and surface finish on susceptibility to staining of aesthetic restorative materials. *J Dent*. 2005 May; 33(5):389-8.
- 5 Barclay CW, Spence WR, Laird WRE. Intra-oral temperatures during function. *J Oral Rehabil*. 2005 Dec; 32(12):886-4.
- 6 Bolanho A, Anauate Netto C, Youssef MN, do Carmo ARP, Mandelli A. Estudo in vitro da rugosidade superficial de resinas compostas para dentes posteriores submetidas a diversos tratamentos de superfície. *J Bras Dent Estet*. 2003 jan/mar; 2(5):51-7.
- 7 Bollen CML, Lambrechts P, Quirynem M. Comparison of surface roughness of oral hard materials to the threshold surface roughness for bacterial plaque retention: A review of the literature. *Dent Mater*. 1997 July; 13(4): 258-69.
- 8 Cavalcanti AN, Mitsui FH, Ambrosano GM, Mathias P, Marchi GM. Effect of different mouthrinses on Knoop hardness of a restorative composite. *Am J Dent*. 2005 Dec; 18(6):338-40.

---

\* Baseado em:

Internacional Comité of Medical Journal Editors. Bibliographic Services Division. Uniform requirements for manuscripts submitted to biomedical journals: simple referents [homepage na Internet]. Bethesda: US Nacional Library; c2003 [ disponibilidade em 2006 fev; citado em 20 mar.]. Disponível em: [http://www.nlm.nih.gov/bsd/uniform\\_requirements.html](http://www.nlm.nih.gov/bsd/uniform_requirements.html)

- 9 Dias S; Maia A; Nelson D. Efeito de diferentes madeiras sobre a composição da aguardente de cana envelhecida. Ciênc Tecnol Aliment. 1998 ago/out; 18(3):1-8. [Acesso em: 09/06/2007] Disponível em: [www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0101-20611998000300014&1n](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0101-20611998000300014&1n)
- 10 Dinelli W, Cândido MSM, Andrade MF, Loffredo LCM. Estudo da influência da retenção de corantes na translucidez de resinas compostas. Efeito de materiais, tempo e meios de imersão. Rev ABO Nac. 1995 dez; 2(6): 422-6.
- 11 Ferracane JL. Hygroscopic and hydrolytic effects in dental polymer networks. Dent Mater. 2006; 22:211-22.
- 12 Ferracane JI, Condon Jr. Rate of elution of leachable components from composite. Dent Mater. 1990; 6:282-7.
- 13 Ferracane JL, Marker VA. Solvent degradation and reduced fracture toughness in aged composites. J Dent Res. 1992; 71:13-9.
- 14 Fonseca JM, Pelógia F, Dutra-Corrêa M, Araújo MAM, Valera MC. Avaliação da absorção de saliva artificial e de um tipo de antisséptico bucal por diferentes tipos de resina composta. Rev Odontol Cienc. 2004; 19(46):377-1.
- 15 Göpferich A. Mechanisms of polymer degradation and erosion. Biomater. 1996; 17:103-14.
- 16 Gurgal P, Akdeniz BA, Sen BH. The effects of mouthrinses on microhardness and colour stability of aesthetic restorative materials. J Oral Rehabil. 2002 Sep; 29(9):895-901.
- 17 Gürkan S, Önen A, Köprülü H. *In vitro* effects of alcohol-containing and alcohol-free mouthrinses on microhardness of some restorative materials. J Oral Rehabil. 1997 Mar; 24(3): 244-6.
- 18 International Organization for Standardization. ISO 4049:2000: dentistry-polymer-based filling, restorative and luting materials-. 3° ed. (2000-07-15)
- 19 Iwami Y, Yamamoto H, Sato W, Kawai K, Torii M, Ebisu S. Weight change of various light-cured restorative materials after water immersion. Oper Dent . 1998; 23(3):132-7.
- 20 Joniot S, Salomon JP, Dejou J, Grégoire G. Use of two surface analyzers to evaluate the surface roughness of four esthetic restorative materials after polishing. Oper Dent. 2006; 31: 39-46.

- 21 Kao EC. Influence of food-simulating solvents on resin composites and glass-ionomer restorative cement. *Dent Mater.* 1989 May; 5(3):201-8.
- 22 Klock U, Muñiz G I B, Hernandez J A, Andrade A S. Química da madeira. [apostila online] 3ªed. Curitiba: UFPR, Departamento de Engenharia e Tecnologia Florestal; 2005, 81p. [Acesso em: 20/05/2007] Disponível em:  
<http://www.madeira.ufpr.br/disciplinasblock/quimicadamadeira/quimicadamadeira.pdf>
- 23 Machado CT, Porto Neto ST, Cruz CAS, Lofredo LCM. Avaliação da microdureza de uma resina composta híbrida submetida a três tipos de aparelhos fotopolimerizadores. *J Bras Clin Odont Int.* 2002; 6(32):165-9.
- 24 Machado K. A saúde diz não a propaganda do álcool. *Radis.* 2007 fev ; 54 :15.
- 25 Martin N, Jedynakiewicz N. Measurement of water sorption in dental composites. *Biomater.* 1998 Jan; 19(2):77-83.
- 26 McKinney JE, Wu W. Chemical softening and wear of dental composites. *J Dent Res.* 1985; 64:1326-31.
- 27 Melo CAS. et al. Pharmacokinetics of photogem using fluorescence monitoring in Wistar rats. *J Photochem Photobiol B.* 2004 Feb, 73(3):183-88.
- 28 Momoi Y, McCabe JF. Hygroscopic expansion of resin based composites during 6 months of water storage. *Br Dent J.* 1994; 176:91-96.
- 29 Mondelli RFL, Mauad CSP, Marsola FP, Franco EB, Ishikiriyama A, Navarro MFLN et al. Avaliação comparativa de resinas compostas em relação a resistência à abrasão. *Rev Assoc Paul Cir Dent.* 2003; 57(6):439-42.
- 30 Moura SK, Tavares AU, Lima JO, Muench A, Cardoso PEC. Qualitative and quantitative wear rate analysis of direct restorative materials. *Cienc Odontol Bra.* 2003 abr/jun; 6(2):6-11.
- 31 Nicholson JW, Millar BJ, Czarnecka B, Limanowska-Shaw H. Storage of polyacid-modified resin composites ("compomers") in lactic acid solution. *Dent Mater.* 1999;15:413-16.
- 32 Olea N, Pulgar R, Pérez P, Olea-Serrano F, Rivas A, Novillo-Fertrell A et al. Estrogenicity of Resin-based Composites and Sealants Used in Dentistry. *Environ Health Perspect.* 1996 Marc;104(3): 298-305.

- 33 Örtengren U, Andersson F, Elgh U, Terselius B, Karlsson D. Influence of pH and storage time on the sorption and solubility behaviour of three composite resin materials. *J Dent.* 2001 Jan; 29(1):35-41.
- 34 Örtengren U, Langer S, Göransson A, Lundgren T. Influence of pH and time on organic substance release from a model dental composite: a fluorescence spectrophotometry and gas chromatography/mass spectrometry analysis. *Eur J Oral Sci.* 2004 Dec; 112(6):530-7.
- 35 Penugonda B, Settembrini L, Scherer W, Hittelman E, Strassler H. Alcohol-containing mouthwashes: effect on composite hardness. *J Clin Dent.* 1994; 5(2):60-2.
- 36 Prakki A, Cilli R, Mondelli RFL, Kalachandra S, Pereira JC. Influence of pH environment on polymer based dental material properties. *J Dent.* 2005 Feb; 33(2): 91-8.
- 37 Quirynen M. The clinical meaning of the surface roughness and the surface free energy of intra-oral hard substrata on the microbiology of the supra and subgingival plaque: results of *in vitro* and *in vivo* experiments. *J Dent Suppl.* 1994; 22:S13-S16.
- 38 Rawls HR, Upshaw JE. Resinas Compostas. In: Anusavice KA, editors. Phillips, matérias dentários. Rio de Janeiro: Elsevier, 2005. Cap15, p.375-417.
- 39 Rosa LC. Acabamento de superfície:rugosidade superficial [apostila on-line]. Sorocaba: Unidade Diferenciada Sorocaba/Iperó Engenharia de Controle e Automação, 2007. [Acesso em: 27/05/07] Disponível em: [www.sorocaba.unesp.br/professor/luizrosa/index\\_arquivos/OMA\\_RUGOSIDADE.pdf](http://www.sorocaba.unesp.br/professor/luizrosa/index_arquivos/OMA_RUGOSIDADE.pdf).
- 40 Rueggeberg FA, Craing RG. Correlation of parameters used to estimate monomer conversion in a light-cured composite. *J Dent Res.* 1988 June; 67(6):932-37.
- 41 Ruyter IE. Physical and chemical aspects related to substances released from polymer materials in an aqueous environment. *Adv Dent Res.* 1995; 9(4):344-7.
- 42 Sarac D, Sarac YS, Kulunk S, Ural C, Kulunk T. The effect of polishing techniques on the surface roughness and color change of composite resins. *J Prosthet Dent.* 2006 July; 96:33-40.
- 43 Sarrett DC, Coletti DP, Peluso AR. The effects of alcoholic beverages on composite wear. *Dent Mater.* 2000 jan; 16(1):62-7.

- 44 Settembrini L, Penugonda B, Scherer W, Strassler H, Hittelman E. Alcohol-containing mouthwashes: effect on composite color. *Oper Dent.* 1995 Jan/Feb; 20(1):14-7.
- 45 Skoog DA, Holler FJ, Nieman TA. Princípios de análise instrumental. Porto Alegre: Bookman; 2002. Cap. 1,6-7,13-5, p.17-32, 116-81, 233-341.
- 46 Söderholm KJ, Mariotti A. BisGMA-based resins in dentistry: are they safe? *J Am Assoc Dent* 1999 Feb; 130(2): 201-9. Review.
- 47 Söderholm KJ, Zigan M, Ragan M, Fischlschweiger W, Bergman M. J Hydrolytic degradation of dental composites. *Dent Res.* 1984 Oct; 63(10): 1248-54.
- 48 Souza NC, Pozzobon RT, Susin AH, Jaeger F. Avaliação da rugosidade superficial de uma resina composta: influência de diferentes bebidas alcoólicas e uma bebida energética. *RGO*, 2005 jan/mar; 53(1):71-84.
- 49 Stansbury JW, Antonucci JM. Evaluation of methylene lactone monomers in dental resins. *Dent Mater.* 1992 July; 8: 270-3.
- 50 Stoddard JW, Johnson GH. Na evaluation of polishing agents for composite resins. *J Prosthet Dent.* 1991 Apr; 65(4):491-5.
- 51 Tamuri H, Imazato S, Narimatsu M, Matsuo M, Ebisu S. Estrogenicity of fissure sealants and adhesive resins determined by reporter gene assay. *J Dent Res.* 2000; 79(11):1838-1843.
- 52 Trevisan MG, Poppi RJ. Química analítica de processos. *Quim Nova.* 2006;29(5):1065-71.
- 53 Turssi CP, Hara AT, Serra MC, Rodrigues Jr AL. Effect of storage media upon the surface micromorphology of resin-based restorative materials. *J Oral Rehabil.* 2002 Sep; 29(9):864-71.
- 54 Üçtaşlı MB, Arisu HD, Ömürlü h, Eligüzeloglu E, Özcan S, Ergun G. The effect of different finishing and polishing systems on the surface roughness of different composite restorative materials. *J Contemp Dent Pract.* 2007 Feb; 8(2):89-96.
- 55 Venz S, Dickens B. NIR-spectroscopic investigation of water sorption characteristics of dental resins and composites. *J Biomed Mater Res.* 1991; 25:1231-48.
- 56 Vieira GF, Garone Filho W. Influência do álcool na estabilidade de cor das resinas compostas. *Rev APCD.* 1993 maio/ jun; 47(30): 1065-8.

- 57 Vollet Filho JD. Identificação de fotossensibilizador em tecido hepático por espectroscopia de fluorescência e sua importância na Terapia Fotodinâmica [dissertação]. São Carlos:Instituto de Física de São Carlos, Universidade de São Paulo;2007. [Acesso em: 21/05/2007] Disponível em:  
[www.bibvirt.futuro.usp.br/content/download16787/54880/file/cta18n3\\_12.pdf](http://www.bibvirt.futuro.usp.br/content/download16787/54880/file/cta18n3_12.pdf).
- 58 Weitman RT, Eames WB. Plaque accumulation on composite surfaces after various finishing procedures. *J Am Dent Assoc.* 1975 July; 91:101-6.
- 59 Wu W, McKinney JE. Influence of chemicals on wear of dental composite. *J Dent Res.* 1982; 61:1180-3
- 60 Yamamoto K, Ohashi S, Taki E, Hirata K. Adherence of oral streptococci to composite resin of varying surface roughness. *Dent Mater J.* 1996; 15(2):201-4.
- 61 Yap AUJ, Low JS, Ong LFKL. Effect of food-simulating liquids on surface characteristics of composite and polyacid-modified composite restoratives. *Oper Dent.* 2000 May/Jun, 25(3):170-6.
- 62 Yap AUJ, Tan DTT, Goh BKC, Kuah HG, Goh M. Effect of food-simulating liquids on the flexural strength of composite and polyacid-modified composite restoratives. *Oper Dent.* 2000 May/Jun; 25(3):202-8.
- 63 Yap AUJ, Tan SHL, Wee SSC, Lee CW. Chemical degradation of composite restoratives. *J Oral Rehab.* 2001 Feb; 28(11):1015-21.
- 64 Yap AUJ, Wattanapayungkul P, Chung S.M. Influence of the polymerization process on composite resistance to chemical degradation by food-simulating liquids. *Oper Dent.* 2003 Nov/Dec; 28(6):723-7.
- 65 Yap AUJ, Wee KEC. Effects of cyclic temperature changes on water sorption and solubility of composite restoratives. *Oper Dent.* 2002 Mar/Apr; 27(2):147-53.
- 66 Yap AUJ. Effectiveness of polymerization in composite restoratives claiming bulk placement: impact of cavity depth and exposure time. *Oper Dent.* 2000. 25:113-20.

## Apêndice A – Tabela das diferenças entre as curvas de absorvância (amostra–controle)

	pico	início(nm)	ápice(nm)	fim (nm)	altura (Abs)	área (Abs*nm)	Vale(nm)	Vale (Abs)
ÁGUA	x	x	x	x	x	x	x	x
CACHAÇA	1	500.0	<b>316.5</b>	257.0	0.1950	141.731	257.0	0.0925
	2	257.0	<b>219.0</b>	200.0	0.4389	135.987	200.0	0.2627
BOURBON	1	500.0	<b>393.0</b>	385.0	0.3232	108.033	385.0	0.2781
	2	500.0	<b>392.5</b>	391.0	0.2819	86.709	391.0	0.2687
	3	391.0	<b>382.5</b>	380.5	0.2972	30.914	380.5	0.2723
	4	380.5	<b>378.0</b>	373.0	0.3273	24.963	373.0	0.2978
	5	385.0	<b>377.5</b>	374.0	0.3203	34.327	374.0	0.2893
	6	374.0	<b>372.5</b>	362.0	0.3168	36.644	362.0	0.2773
	7	373.0	<b>370.0</b>	362.0	0.3323	34.646	362.0	0.2777
	8	362.0	<b>356.5</b>	355.0	0.3195	22.737	355.0	0.2920
	9	362.0	<b>348.5</b>	332.0	0.3234	90.984	332.0	0.2637
	10	355.0	<b>346.5</b>	233.0	0.3188	297.909	233.0	0.2060
	11	332.0	<b>328.5</b>	323.5	0.2753	24.090	323.5	0.2629
	12	323.5	<b>322.5</b>	320.5	0.2897	0.9432	320.5	0.2548
	13	320.5	<b>316.5</b>	303.5	0.2747	46.356	303.5	0.2558
	14	303.5	<b>302.0</b>	291.5	0.2749	33.057	291.5	0.2497
	15	291.5	<b>290.0</b>	286.5	0.2697	14.257	286.5	0.2525
	16	286.5	<b>284.5</b>	271.0	0.2785	40.196	271.0	0.2269
	17	271.0	<b>269.5</b>	268.0	0.2598	0.8492	268.0	0.2338
	18	268.0	<b>264.0</b>	259.0	0.2520	22.680	259.0	0.2251
	19	259.0	<b>253.5</b>	251.0	0.2541	20.137	251.0	0.2287
	20	251.0	<b>249.0</b>	241.0	0.2457	24.191	241.0	0.2207
	21	241.0	<b>238.0</b>	229.0	0.2351	28.136	229.0	0.2153
	22	229.0	<b>224.5</b>	221.0	0.2369	19.117	221.0	0.2226
	23	221.0	<b>213.5</b>	200.0	0.2613	49.876	200.0	0.2537
	24	233.0	<b>200.5</b>	200.0	0.2504	73.987	200.0	0.2482
TEQUILA	1	500.0	<b>316.0</b>	256.5	0.2294	155.383	256.5	0.0998
	2	256.5	<b>231.5</b>	223.0	0.2050	45.808	223.0	0.0674
	3	223.0	<b>219.0</b>	215.0	0.1114	0.7500	215.0	0.0108
	4	215.0	<b>211.5</b>	200.0	0.0937	0.4133	200.0	0.0745
VODKA	1	500.0	<b>315.5</b>	200.0	0.1757	286.875	200.0	0.4007
SAQUÊ	1	500.0	<b>270.0</b>	261.0	0.2510	127.858	261.0	0.2045
	2	500.0	<b>267.0</b>	258.5	0.2545	160.321	258.5	0.2200
	3	261.0	<b>258.5</b>	255.0	0.2213	13.193	255.0	0.1762
	4	258.5	<b>256.5</b>	245.5	0.2397	29.341	245.5	0.2011
	5	255.0	<b>253.5</b>	247.5	0.2009	14.151	247.5	0.1537
	6	245.5	<b>236.0</b>	234.0	0.2516	27.535	234.0	0.2312
	7	234.0	<b>226.0</b>	224.5	0.2482	23.832	224.5	0.2320
	8	224.5	<b>202.5</b>	200.0	0.2773	62.011	200.0	0.2686
	9	247.5	<b>201.0</b>	200.0	0.2606	105.833	200.0	0.2581

Abs=afastamento

## Apêndice B - Quadro dos componentes das resinas estudadas

	<b>Filtek™ Z350</b>	<b>Esthet-X™</b>	<b>Tetric®Ceram HB</b>	<b>QuiXfil™</b>
	Restaurador universal nano-partícula	Restaurador universal micro-matrix	Restaurador posterior micro-híbrido	Restaurador universal dentes posterior
Matriz orgânica	BisGMA UDMA TEGDMA BisEMA	BisGMA Uretano modificado BisEMA TEGDMA	BisGMA Dimetacrilato de uretano Decanodidimetacrilato (19%) Aditivos Catalisadores Estabilizantes Pigmentos (0,8%)	UDMA TEGDMA Di e Tri-metacrilato Dimetacrilato ácido modificado BHT Estabilizante Canforoquinona Etil-e-dimetilamina benzoato (14,5%)
Partícula inorgânica	Agregados de matriz de zircônia/silica e sílica não aglomerada	Vidro de boro-silicato de flúor alumínio Bário silanizados Sílica coloidal Sílica nanométrica	Vidro de bário Vidro de flúor-silicato de bário e alumínio Tri-fluoreto de itérbio Dióxido de silício altamente disperso Óxidos mistos esteroidais	Vidro de flúor-silicato de alumínio Estrôncio silanizado
Tamanho das partículas	0,6 a 1,4microns (média), 5 a 20nm partículas primárias	0,04 a 1 micron	0,04 a 3,0um	
Partícula % por volume	78,5%	60%	81%	85,5%
Fabricante	3M ESPE	DENTSPLY	Ivoclar vivadent	DENTSPLY

## Apêndice C – ANOVA (fator único) da rugosidade superficial da Filtek Z350

**RESUMO água**

<i>Filtek Z350</i>	<i>Contagem</i>	<i>Soma</i>	<i>Média</i>	<i>Variância</i>		
inicial	10	0,60333	0,060333	1,59E-05		
final	10	0,78667	0,078667	7,7E-05		
<b>ANOVA ZA</b>						
	<i>SQ</i>	<i>gl</i>	<i>MQ</i>	<i>F</i>	<i>valor-P</i>	<i>F crítico</i>
Entre grupos	0,001681	1	0,001681	36,15538	<b>1,1E-05</b>	4,413863
Dentro dos grupos	0,000837	18	4,65E-05			
Total	0,002517	19				

**RESUMO cachaça**

<i>Filtek Z350</i>	<i>Contagem</i>	<i>Soma</i>	<i>Média</i>	<i>Variância</i>		
inicial	10	0,59667	0,059667	1,35E-05		
final	10	0,90333	0,090333	8,26E-05		
<b>ANOVA ZP</b>						
	<i>SQ</i>	<i>gl</i>	<i>MQ</i>	<i>F</i>	<i>valor-P</i>	<i>F crítico</i>
Entre grupos	0,004702	1	0,004702	97,9126	<b>1,05E-08</b>	4,413863
Dentro dos grupos	0,000864	18	4,8E-05			
Total	0,005567	19				

**RESUMO bourbon**

<i>Filtek Z350</i>	<i>Contagem</i>	<i>Soma</i>	<i>Média</i>	<i>Variância</i>		
inicial	10	0,6	0,06	3,7E-05		
final	10	0,85667	0,085667	6,19E-05		
<b>ANOVA ZB</b>						
	<i>SQ</i>	<i>gl</i>	<i>MQ</i>	<i>F</i>	<i>valor-P</i>	<i>F crítico</i>
Entre grupos	0,003294	1	0,003294	66,61798	<b>1,84E-07</b>	4,413863
Dentro dos grupos	0,00089	18	4,94E-05			
Total	0,004184	19				

**RESUMO tequila**

<i>Filtek Z350</i>	<i>Contagem</i>	<i>Soma</i>	<i>Média</i>	<i>Variância</i>		
inicial	10	0,59667	0,059667	1,35E-05		
final	10	0,91667	0,091667	8,21E-05		
<b>ANOVA ZT</b>						
	<i>SQ</i>	<i>gl</i>	<i>MQ</i>	<i>F</i>	<i>valor-P</i>	<i>F crítico</i>
Entre grupos	0,00512	1	0,00512	107,1628	<b>5,23E-09</b>	4,413863
Dentro dos grupos	0,00086	18	4,78E-05			
Total	0,00598	19				

**RESUMO vodka**

<i>Filtek Z350</i>	<i>Contagem</i>	<i>Soma</i>	<i>Média</i>	<i>Variância</i>		
inicial	10	0,58667	0,058667	4,49E-05		
final	10	0,87667	0,087667	6,43E-05		
<b>ANOVA ZV</b>						
	<i>SQ</i>	<i>gl</i>	<i>MQ</i>	<i>F</i>	<i>valor-P</i>	<i>F crítico</i>
Entre grupos	0,004205	1	0,004205	76,97288	<b>6,43E-08</b>	4,413863
Dentro dos grupos	0,000983	18	5,46E-05			
Total	0,005188	19				

**RESUMO saquê**

<i>Filtek Z350</i>	<i>Contagem</i>	<i>Soma</i>	<i>Média</i>	<i>Variância</i>		
inicial	10	0,59333	0,059333	1,19E-05		
final	10	0,67	0,067	0,000139		
<b>ANOVA ZS</b>						
	<i>SQ</i>	<i>gl</i>	<i>MQ</i>	<i>F</i>	<i>valor-P</i>	<i>F crítico</i>
Entre grupos	0,000294	1	0,000294	3,886531	<b>0,064246</b>	4,413863
Dentro dos grupos	0,001361	18	7,56E-05			
Total	0,001655	19				

## Apêndice D – ANOVA (fator único) da rugosidade superficial da QuiXfil

**RESUMO água**

QuiXfil	Contagem	Soma	Média	Variância
inicial	10	0,49667	0,070952	3,23E-05
final	10	0,74667	0,106667	0,000841

ANOVA XA	SQ	gl	MQ	F	valor-P	F crítico
Entre grupos	0,004464	1	0,004464	10,22727	<b>0,007661</b>	4,747221
Dentro dos grupos	0,005238	18	0,000437			
Total	0,009702	19				

**RESUMO cachaça**

QuiXfil	Contagem	Soma	Média	Variância
inicial	10	0,5	0,071429	0,000274
final	10	1,34267	0,19181	0,001225

ANOVA XP	SQ	gl	MQ	F	valor-P	F crítico
Entre grupos	0,050721	1	0,050721	67,68655	<b>2,82E-06</b>	4,747221
Dentro dos grupos	0,008992	18	0,000749			
Total	0,059713	19				

**RESUMO bourbon**

QuiXfil	Contagem	Soma	Média	Variância
inicial	10	0,52333	0,074762	0,000188
final	10	2,47667	0,35381	0,002157

ANOVA XB	SQ	gl	MQ	F	valor-P	F crítico
Entre grupos	0,272537	1	0,272537	232,3907	<b>3,23E-09</b>	4,747221
Dentro dos grupos	0,014073	18	0,001173			
Total	0,28661	19				

**RESUMO tequila**

QuiXfil	Contagem	Soma	Média	Variância
inicial	10	0,47	0,067143	0,000124
final	10	1,62333	0,231905	0,002185

ANOVA XT	SQ	gl	MQ	F	valor-P	F crítico
Entre grupos	0,095013	1	0,095013	82,31675	<b>1,01E-06</b>	4,747221
Dentro dos grupos	0,013851	18	0,001154			
Total	0,108863	19				

**RESUMO vodka**

QuiXfil	Contagem	Soma	Média	Variância
inicial	10	0,52667	0,075238	0,000118
final	10	1,53667	0,219524	0,00065

ANOVA XV	SQ	gl	MQ	F	valor-P	F crítico
Entre grupos	0,072864	1	0,072864	189,8187	<b>1,02E-08</b>	4,747221
Dentro dos grupos	0,004606	18	0,000384			
Total	0,077471	19				

**RESUMO saquê**

QuiXfil	Contagem	Soma	Média	Variância
inicial	10	0,57333	0,071667	0,000105
final	10	2,21	0,27625	0,004008

ANOVA XS	SQ	gl	MQ	F	valor-P	F crítico
Entre grupos	0,167417	1	0,167417	81,41878	<b>3,28E-07</b>	4,600111
Dentro dos grupos	0,028788	18	0,002056			
Total	0,196205	19				

## Apêndice E – ANOVA (fator único) da rugosidade superficial da Tetric Ceram HB

**RESUMO água**

<i>Tetric Ceram HB</i>	<i>Contagem</i>	<i>Soma</i>	<i>Média</i>	<i>Variância</i>			
inicial	10	0,68	0,068	4,7E-05			
final	10	0,863	0,08633	0,00029			
<b>ANOVA TA</b>		<i>SQ</i>	<i>gl</i>	<i>MQ</i>	<i>F</i>	<i>valor-P</i>	<i>F crítico</i>
Entre grupos		0,001681	1	0,00168	10,035	<b>0,005326</b>	4,413863
Dentro dos grupos		0,003014	18	0,00017			
Total		0,004695	19				

**RESUMO cachaça**

<i>Tetric Ceram HB</i>	<i>Contagem</i>	<i>Soma</i>	<i>Média</i>	<i>Variância</i>			
inicial	10	0,783	0,07833	5E-05			
final	10	1,027	0,10267	0,00018			
<b>ANOVA TP</b>		<i>SQ</i>	<i>gl</i>	<i>MQ</i>	<i>F</i>	<i>valor-P</i>	<i>F crítico</i>
Entre grupos		0,002961	1	0,00296	26,0516	<b>7,42E-05</b>	4,413863
Dentro dos grupos		0,002046	18	0,00011			
Total		0,005006	19				

**RESUMO bourbon**

<i>Tetric Ceram HB</i>	<i>Contagem</i>	<i>Soma</i>	<i>Média</i>	<i>Variância</i>			
inicial	10	0,793	0,07933	2,2E-05			
final	10	0,957	0,09567	0,00019			
<b>ANOVA TB</b>		<i>SQ</i>	<i>gl</i>	<i>MQ</i>	<i>F</i>	<i>valor-P</i>	<i>F crítico</i>
Entre grupos		0,001334	1	0,00133	12,8855	<b>0,002095</b>	4,413863
Dentro dos grupos		0,001863	18	0,0001			
Total		0,003197	19				

**RESUMO tequila**

<i>Tetric Ceram HB</i>	<i>Contagem</i>	<i>Soma</i>	<i>Média</i>	<i>Variância</i>			
inicial	10	0,777	0,07767	2,2E-05			
final	10	1,063	0,10633	0,00054			
<b>ANOVA TT</b>		<i>SQ</i>	<i>gl</i>	<i>MQ</i>	<i>F</i>	<i>valor-P</i>	<i>F crítico</i>
Entre grupos		0,004109	1	0,00411	14,694	<b>0,001218</b>	4,413863
Dentro dos grupos		0,005033	18	0,00028			
Total		0,009142	19				

**RESUMO vodka**

<i>Tetric Ceram HB</i>	<i>Contagem</i>	<i>Soma</i>	<i>Média</i>	<i>Variância</i>			
inicial	10	0,757	0,07567	4E-05			
final	10	1,02	0,102	0,00036			
<b>ANOVA TV</b>		<i>SQ</i>	<i>gl</i>	<i>MQ</i>	<i>F</i>	<i>valor-P</i>	<i>F crítico</i>
Entre grupos		0,003467	1	0,00347	17,5254	<b>0,000555</b>	4,413863
Dentro dos grupos		0,003561	18	0,0002			
Total		0,007028	19				

**RESUMO saquê**

<i>Tetric Ceram HB</i>	<i>Contagem</i>	<i>Soma</i>	<i>Média</i>	<i>Variância</i>			
inicial	10	0,733	0,07333	4E-05			
final	10	0,863	0,08633	0,00063			
<b>ANOVA TS</b>		<i>SQ</i>	<i>gl</i>	<i>MQ</i>	<i>F</i>	<i>valor-P</i>	<i>F crítico</i>
Entre grupos		0,000845	1	0,00085	2,53078	<b>0,129054</b>	4,413863
Dentro dos grupos		0,00601	18	0,00033			
Total		0,006855	19				

## Apêndice F – ANOVA (fator único) da rugosidade superficial da Esthet-X

**RESUMO água**

<i>Esthet-X</i>	<i>Contagem</i>	<i>Soma</i>	<i>Média</i>	<i>Variância</i>			
inicial	10	0,65667	0,065667	4,7E-05			
final	10	0,64333	0,064333	5,2E-05			
ANOVA TA		SQ	gl	MQ	F	valor-P	F crítico
Entre grupos		8,89E-06	1	8,89E-06	0,179551	<b>0,67678</b>	4,413863
Dentro dos grupos		0,000891	18	4,95E-05			
Total		0,0009	19				

**RESUMO cachaça**

<i>Esthet-X</i>	<i>Contagem</i>	<i>Soma</i>	<i>Média</i>	<i>Variância</i>			
inicial	10	0,65	0,065	5,25E-05			
final	10	0,71333	0,071333	4,25E-05			
ANOVA TP		SQ	gl	MQ	F	valor-P	F crítico
Entre grupos		0,000201	1	0,000201	4,224967	<b>0,054637</b>	4,413863
Dentro dos grupos		0,000854	18	4,75E-05			
Total		0,001055	19				

**RESUMO bourbon**

<i>Esthet-X</i>	<i>Contagem</i>	<i>Soma</i>	<i>Média</i>	<i>Variância</i>			
inicial	10	0,63	0,063	2,33E-05			
final	10	0,88667	0,088667	9,68E-05			
ANOVA TB		SQ	gl	MQ	F	valor-P	F crítico
Entre grupos		0,003294	1	0,003294	54,84173	<b>7,23E-07</b>	4,413863
Dentro dos grupos		0,001081	18	6,01E-05			
Total		0,004375	19				

**RESUMO tequila**

<i>Esthet-X</i>	<i>Contagem</i>	<i>Soma</i>	<i>Média</i>	<i>Variância</i>			
inicial	10	0,61	0,061	3,22E-05			
final	10	0,72	0,072	6,96E-05			
ANOVA TT		SQ	gl	MQ	F	valor-P	F crítico
Entre grupos		0,000605	1	0,000605	11,88	<b>0,002877</b>	4,413863
Dentro dos grupos		0,000917	18	5,09E-05			
Total		0,001522	19				

**RESUMO vodka**

<i>Esthet-X</i>	<i>Contagem</i>	<i>Soma</i>	<i>Média</i>	<i>Variância</i>			
inicial	10	0,64667	0,064667	3,26E-05			
final	10	0,71667	0,071667	8,21E-05			
ANOVA TV		SQ	gl	MQ	F	valor-P	F crítico
Entre grupos		0,000245	1	0,000245	4,272336	<b>0,053429</b>	4,413863
Dentro dos grupos		0,001032	18	5,73E-05			
Total		0,001277	19				

**RESUMO saquê**

<i>Esthet-X</i>	<i>Contagem</i>	<i>Soma</i>	<i>Média</i>	<i>Variância</i>			
inicial	10	0,61667	0,061667	5,49E-05			
final	10	0,75667	0,075667	0,000331			
ANOVA TS		SQ	gl	MQ	F	valor-P	F crítico
Entre grupos		0,00098	1	0,00098	5,078695	<b>0,036927</b>	4,413863
Dentro dos grupos		0,003473	18	0,000193			
Total		0,004453	19				

## Apêndice G – Valores originais do peso inicial e final dos espécimes secos

Tabela dos valores do peso em grama dos espécimes imerso em água

resinas	bebida	sigla	M1	M3	M1-M3	P <sub>massa</sub>
QuiXfil™	água	XA	0,1041	0,1042	0,0001	0,0012
	água	XA	0,1039	0,1038	-0,0001	-0,0006
	água	XA	0,1011	0,1010	-0,0001	-0,0008
	água	XA	0,0999	0,0998	-0,0001	-0,0010
	água	XA	0,1044	0,1043	-0,0001	-0,0006
	água	XA	0,1014	0,1013	-0,0001	-0,0012
	água	XA	0,1022	0,1025	0,0003	0,0029
	água	XA	0,1019	0,1019	0,0000	-0,0003
	água	XA	0,1029	0,1027	-0,0002	-0,0019
Filtek™Z350	água	ZA	0,0837	0,0840	0,0003	0,0036
	água	ZA	0,0834	0,0836	0,0002	0,0022
	água	ZA	0,0839	0,0835	-0,0004	-0,0048
	água	ZA	0,0823	0,0823	0,0000	-0,0002
	água	ZA	0,0838	0,0838	0,0000	0,0000
	água	ZA	0,0836	0,0837	0,0001	0,0010
	água	ZA	0,0824	0,0829	0,0005	0,0061
	água	ZA	0,0833	0,0834	0,0001	0,0008
Tetric® Ceram HB	água	TA	0,0959	0,0960	0,0001	0,0010
	água	TA	0,0976	0,0977	0,0001	0,0008
	água	TA	0,0938	0,0944	0,0006	0,0060
	água	TA	0,0939	0,0943	0,0004	0,0038
	água	TA	0,0978	0,0982	0,0004	0,0041
	água	TA	0,0964	0,0965	0,0001	0,0015
	água	TA	0,0908	0,0907	-0,0001	-0,0015
	água	TA	0,0942	0,0944	0,0002	0,0018
	água	TA	0,0935	0,0936	0,0001	0,0014
Esthet-X™	água	EA	0,0935	0,0914	-0,0021	-0,0229
	água	EA	0,0917	0,0917	0,0000	0,0002
	água	EA	0,0909	0,0909	0,0000	0,0004
	água	EA	0,0886	0,0886	0,0000	0,0005
	água	EA	0,0893	0,0896	0,0003	0,0031
	água	EA	0,0913	0,0914	0,0001	0,0011
	água	EA	0,0909	0,0910	0,0001	0,0015
	água	EA	0,0912	0,0912	0,0000	-0,0004
	água	EA	0,0904	0,0904	0,0000	0,0004

## Apêndice H – Valores originais do peso inicial e final dos espécimes secos

Tabela dos valores do peso em grama dos espécimes imerso em cachaça

resinas	bebida	sigla	M1	M3	M1-M3	Pmassa
QuiXfil™	cachaça	XP	0,1018	0,1016	-0,0002	-0,0020
	cachaça	XP	0,1007	0,1005	-0,0002	-0,0020
	cachaça	XP	0,0999	0,0999	0,0000	-0,0004
	cachaça	XP	0,0980	0,0979	-0,0001	-0,0006
	cachaça	XP	0,1012	0,1011	-0,0001	-0,0006
	cachaça	XP	0,1022	0,1020	-0,0002	-0,0020
	cachaça	XP	0,1050	0,1052	0,0002	0,0019
	cachaça	XP	0,1036	0,1038	0,0002	0,0019
	cachaça	XP	0,1035	0,1042	0,0007	0,0068
Filtek™Z350	cachaça	ZP	0,0840	0,0839	-0,0001	-0,0012
	cachaça	ZP	0,0843	0,0842	-0,0001	-0,0014
	cachaça	ZP	0,0839	0,0835	-0,0004	-0,0043
	cachaça	ZP	0,0845	0,0836	-0,0009	-0,0107
	cachaça	ZP	0,0836	0,0844	0,0008	0,0096
	cachaça	ZP	0,0849	0,0848	-0,0001	-0,0009
	cachaça	ZP	0,0815	0,0812	-0,0003	-0,0033
	cachaça	ZP	0,0808	0,0810	0,0002	0,0021
Tetric® Ceram HB	cachaça	TP	0,0964	0,0967	0,0003	0,0027
	cachaça	TP	0,0973	0,0975	0,0002	0,0021
	cachaça	TP	0,0982	0,0983	0,0001	0,0012
	cachaça	TP	0,0951	0,0950	-0,0001	-0,0006
	cachaça	TP	0,0940	0,0939	-0,0001	-0,0009
	cachaça	TP	0,0937	0,0939	0,0002	0,0019
	cachaça	TP	0,0959	0,0961	0,0002	0,0021
	cachaça	TP	0,0963	0,0964	0,0001	0,0007
	cachaça	TP	0,0944	0,0943	-0,0001	-0,0011
Esthet-X™	cachaça	EP	0,0927	0,0881	-0,0046	-0,0500
	cachaça	EP	0,0894	0,0919	0,0025	0,0282
	cachaça	EP	0,0928	0,0912	-0,0016	-0,0177
	cachaça	EP	0,0910	0,0901	-0,0009	-0,0097
	cachaça	EP	0,0877	0,0925	0,0048	0,0543
	cachaça	EP	0,0913	0,0918	0,0005	0,0059
	cachaça	EP	0,0917	0,0917	0,0000	0,0000
	cachaça	EP	0,0872	0,0871	-0,0001	-0,0008
	cachaça	EP	0,0889	0,0888	-0,0001	-0,0008

## Apêndice I – Valores originais do peso inicial e final dos espécimes secos

Tabela dos valores do peso em grama dos espécimes imerso em bourbon

resinas	bebida	sigla	M1	M3	M1-M3	P <sub>massa</sub>
QuiXfil™	bourbon	XB	0,0995	0,0991	-0,0004	-0,0040
	bourbon	XB	0,1016	0,1012	-0,0004	-0,0035
	bourbon	XB	0,0990	0,0989	-0,0001	-0,0010
	bourbon	XB	0,1005	0,0997	-0,0008	-0,0076
	bourbon	XB	0,1021	0,1017	-0,0004	-0,0043
	bourbon	XB	0,1004	0,1003	-0,0001	-0,0012
	bourbon	XB	0,1035	0,1034	-0,0001	-0,0010
	bourbon	XB	0,1073	0,1076	0,0003	0,0025
	bourbon	XB	0,1042	0,1044	0,0002	0,0022
Filtek™Z350	bourbon	ZB	0,0826	0,0825	-0,0001	-0,0010
	bourbon	ZB	0,0843	0,0841	-0,0002	-0,0028
	bourbon	ZB	0,0849	0,0847	-0,0002	-0,0028
	bourbon	ZB	0,0841	0,0837	-0,0004	-0,0043
	bourbon	ZB	0,0837	0,0840	0,0003	0,0038
	bourbon	ZB	0,0839	0,0838	-0,0001	-0,0017
	bourbon	ZB	0,0796	0,0795	-0,0001	-0,0008
	bourbon	ZB	0,0823	0,0825	0,0002	0,0020
	bourbon	ZB	0,0839	0,0842	0,0003	0,0036
Tetric® Ceram HB	bourbon	TB	0,0965	0,0966	0,0001	0,0012
	bourbon	TB	0,0974	0,0976	0,0002	0,0021
	bourbon	TB	0,0955	0,0956	0,0001	0,0008
	bourbon	TB	0,0952	0,0950	-0,0002	-0,0021
	bourbon	TB	0,0973	0,0975	0,0002	0,0016
	bourbon	TB	0,0946	0,0946	0,0000	-0,0002
	bourbon	TB	0,0938	0,0938	0,0000	0,0004
	bourbon	TB	0,0944	0,0945	0,0001	0,0007
	bourbon	TB	0,0925	0,0925	0,0000	0,0004
Esthet-X™	bourbon	EB	0,0908	0,0881	-0,0027	-0,0295
	bourbon	EB	0,0915	0,0919	0,0004	0,0039
	bourbon	EB	0,0895	0,0912	0,0017	0,0190
	bourbon	EB	0,0937	0,0901	-0,0036	-0,0386
	bourbon	EB	0,0935	0,0925	-0,0010	-0,0111
	bourbon	EB	0,0906	0,0918	0,0012	0,0128
	bourbon	EB	0,0920	0,0921	0,0001	0,0014
	bourbon	EB	0,0896	0,0898	0,0002	0,0019
	bourbon	EB	0,0899	0,0897	-0,0002	-0,0022

## Apêndice J – Valores originais do peso inicial e final dos espécimes secos

Tabela dos valores do peso em grama dos espécimes imerso em tequila

resinas	bebida	sigla	M1	M3	M1-M3	Pmassa
QuiXfil™	tequila	XT	0,1004	0,1002	-0,0002	-0,0016
	tequila	XT	0,1014	0,1013	-0,0001	-0,0012
	tequila	XT	0,1006	0,1004	-0,0002	-0,0020
	tequila	XT	0,1034	0,1032	-0,0002	-0,0017
	tequila	XT	0,1001	0,1000	-0,0001	-0,0014
	tequila	XT	0,1041	0,1013	-0,0028	-0,0269
	tequila	XT	0,1036	0,1038	0,0002	0,0023
	tequila	XT	0,1050	0,1049	-0,0001	-0,0006
	tequila	XT	0,1020	0,1020	0,0000	0,0000
Filtek™Z350	tequila	ZT	0,0850	0,0836	-0,0014	-0,0162
	tequila	ZT	0,0845	0,0851	0,0006	0,0071
	tequila	ZT	0,0828	0,0842	0,0014	0,0169
	tequila	ZT	0,0821	0,0826	0,0005	0,0061
	tequila	ZT	0,0827	0,0817	-0,0010	-0,0123
	tequila	ZT	0,0847	0,0824	-0,0023	-0,0274
	tequila	ZT	0,0831	0,0831	0,0000	0,0000
	tequila	ZT	0,0844	0,0845	0,0001	0,0012
Tetric®Ceram HB	tequila	TT	0,0946	0,0947	0,0001	0,0011
	tequila	TT	0,0963	0,0964	0,0001	0,0006
	tequila	TT	0,0943	0,0945	0,0002	0,0017
	tequila	TT	0,0954	0,0956	0,0002	0,0019
	tequila	TT	0,0959	0,0960	0,0001	0,0013
	tequila	TT	0,0977	0,0978	0,0001	0,0006
	tequila	TT	0,0967	0,0966	-0,0001	-0,0007
	tequila	TT	0,0904	0,0904	0,0000	0,0000
	tequila	TT	0,0937	0,0940	0,0003	0,0032
Esthet-X™	tequila	ET	0,0929	0,0881	-0,0048	-0,0513
	tequila	ET	0,0903	0,0919	0,0016	0,0182
	tequila	ET	0,0927	0,0912	-0,0015	-0,0166
	tequila	ET	0,0915	0,0901	-0,0014	-0,0157
	tequila	ET	0,0912	0,0925	0,0013	0,0145
	tequila	ET	0,0908	0,0918	0,0010	0,0115
	tequila	ET	0,0904	0,0903	-0,0001	-0,0007
	tequila	ET	0,0909	0,0908	-0,0001	-0,0015
	tequila	ET	0,0897	0,0897	0,0000	0,0004

## Apêndice K – Valores originais do peso inicial e final dos espécimes secos

Tabela dos valores do peso em grama dos espécimes imerso em vodka

resinas	bebidas	sigla	M1	M3	M1-M3	Pmassa
QuiXfil™	vodka	XV	0,0983	0,1012	0,0029	0,0295
	vodka	XV	0,1005	0,1006	0,0001	0,0012
	vodka	XV	0,0995	0,0993	-0,0002	-0,0018
	vodka	XV	0,0996	0,0997	0,0001	0,0012
	vodka	XV	0,1002	0,1000	-0,0002	-0,0022
	vodka	XV	0,0995	0,0994	-0,0001	-0,0008
	vodka	XV	0,1001	0,1007	0,0006	0,0063
	vodka	XV	0,1058	0,1063	0,0005	0,0050
Filtek™Z350	vodka	ZV	0,0842	0,0840	-0,0002	-0,0026
	vodka	ZV	0,0842	0,0841	-0,0001	-0,0012
	vodka	ZV	0,0839	0,0839	0,0000	0,0002
	vodka	ZV	0,0828	0,0830	0,0002	0,0022
	vodka	ZV	0,0843	0,0842	-0,0001	-0,0014
	vodka	ZV	0,0842	0,0838	-0,0004	-0,0043
	vodka	ZV	0,0823	0,0826	0,0003	0,0041
	vodka	ZV	0,0830	0,0831	0,0001	0,0008
Tetric®Ceram HB	vodka	TV	0,0949	0,0949	0,0000	-0,0002
	vodka	TV	0,0929	0,0931	0,0002	0,0019
	vodka	TV	0,0970	0,0975	0,0005	0,0049
	vodka	TV	0,0964	0,0965	0,0001	0,0008
	vodka	TV	0,0976	0,0977	0,0001	0,0006
	vodka	TV	0,0950	0,0949	-0,0001	-0,0008
	vodka	TV	0,0925	0,0927	0,0002	0,0022
	vodka	TV	0,0939	0,0938	-0,0001	-0,0011
Esthet-X™	vodka	EV	0,0881	0,0919	0,0038	0,0431
	vodka	EV	0,0911	0,0912	0,0001	0,0009
	vodka	EV	0,0909	0,0901	-0,0008	-0,0088
	vodka	EV	0,0882	0,0925	0,0043	0,0483
	vodka	EV	0,0921	0,0918	-0,0003	-0,0037
	vodka	EV	0,0917	0,0916	-0,0001	-0,0015
	vodka	EV	0,0910	0,0911	0,0001	0,0007
	vodka	EV	0,0904	0,0898	-0,0006	-0,0063
vodka	EV	0,0907	0,0906	-0,0001	-0,0007	

## Apêndice L – Valores originais do peso inicial e final dos espécimes secos

Tabela dos valores do peso em grama dos espécimes imerso em saquê

resinas	bebidas	sigla	M1	M3	M1-M3	P <sub>massa</sub>
QuiXfil™	XS	saquê	0,0997	0,0995	-0,0002	-0,0018
	XS	saquê	0,1004	0,1002	-0,0002	-0,0022
	XS	saquê	0,1051	0,1049	-0,0002	-0,0015
	XS	saquê	0,1022	0,1020	-0,0002	-0,0022
	XS	saquê	0,1015	0,1041	0,0026	0,0256
	XS	saquê	0,1012	0,1012	0,0000	0,0000
	XS	saquê	0,1023	0,1026	0,0003	0,0033
	XS	saquê	0,1044	0,1041	-0,0003	-0,0026
	XS	saquê	0,1019	0,0000	-0,1019	-1,0000
Filtek™Z350	ZS	saquê	0,0834	0,0833	-0,0001	-0,0007
	ZS	saquê	0,0842	0,0835	-0,0007	-0,0085
	ZS	saquê	0,0837	0,0854	0,0017	0,0206
	ZS	saquê	0,0854	0,0829	-0,0025	-0,0293
	ZS	saquê	0,0830	0,0836	0,0006	0,0075
	ZS	saquê	0,0837	0,0843	0,0006	0,0069
	ZS	saquê	0,0824	0,0829	0,0005	0,0061
	ZS	saquê	0,0833	0,0836	0,0004	0,0042
	ZS	saquê	0,0812	0,0817	0,0005	0,0062
Tetric®Ceram HB	TS	saquê	0,0950	0,0951	0,0001	0,0006
	TS	saquê	0,0956	0,0955	-0,0001	-0,0010
	TS	saquê	0,0974	0,0975	0,0001	0,0014
	TS	saquê	0,0974	0,0973	-0,0001	-0,0008
	TS	saquê	0,0958	0,0959	0,0001	0,0013
	TS	saquê	0,0967	0,0966	-0,0001	-0,0008
	TS	saquê	0,0926	0,0926	0,0000	-0,0004
	TS	saquê	0,0953	0,0953	0,0000	0,0003
	TS	saquê	0,0980	0,0981	0,0001	0,0010
Esthet-X™	ES	saquê	0,0902	0,0881	-0,0021	-0,0235
	ES	saquê	0,0926	0,0919	-0,0007	-0,0076
	ES	saquê	0,0922	0,0912	-0,0010	-0,0111
	ES	saquê	0,0914	0,0901	-0,0013	-0,0144
	ES	saquê	0,0925	0,0925	0,0000	0,0004
	ES	saquê	0,0902	0,0918	0,0016	0,0175
	ES	saquê	0,0899	0,0907	0,0008	0,0089
	ES	saquê	0,0892	0,0891	-0,0001	-0,0011
	ES	saquê	0,0903	0,0901	-0,0001	-0,0017

## Apêndice M – ANOVA dos valores de pH da água, analisando o tempo

## RESUMO

<b>C1</b>	<i>Contagem</i>	<i>Soma</i>	<i>Média</i>	<i>Variância</i>		
inicial	3	20,46	6,82	1E-04		
final	3	20,82	6,94	0,0001		
<b>ANOVA ÁGUA C1</b>						
	<i>SQ</i>	<i>gl</i>	<i>MQ</i>	<i>F</i>	<i>valor-P</i>	<i>F crítico</i>
Entre grupos	0,0216	1	0,0216	216	<b>0,000125</b>	7,70865
Dentro dos grupos	0,0004	4	0,0001			
Total	0,022	5				

## RESUMO

<b>C2</b>	<i>Contagem</i>	<i>Soma</i>	<i>Média</i>	<i>Variância</i>		
inicial	3	20,19	6,73	0,0001		
final	3	20,37	6,79	1E-04		
<b>ANOVA ÁGUA C2</b>						
	<i>SQ</i>	<i>gl</i>	<i>MQ</i>	<i>F</i>	<i>valor-P</i>	<i>F crítico</i>
Entre grupos	0,0054	1	0,0054	54	<b>0,001826</b>	7,70865
Dentro dos grupos	0,0004	4	0,0001			
Total	0,0058	5				

## RESUMO

<b>XA</b>	<i>Contagem</i>	<i>Soma</i>	<i>Média</i>	<i>Variância</i>		
inicial	3	19,98	6,66	0,0009		
final	3	21,01	7,0033	0,030633		
<b>ANOVA XA</b>						
	<i>SQ</i>	<i>gl</i>	<i>MQ</i>	<i>F</i>	<i>valor-P</i>	<i>F crítico</i>
Entre grupos	0,176817	1	0,1768	11,21459	<b>0,0286</b>	7,70865
Dentro dos grupos	0,063067	4	0,0158			
Total	0,239883	5				

## RESUMO

<b>ZA</b>	<i>Contagem</i>	<i>Soma</i>	<i>Média</i>	<i>Variância</i>		
inicial	3	20,43	6,81	1E-04		
final	3	21,07	7,0233	0,013733		
<b>ANOVA ZA</b>						
	<i>SQ</i>	<i>gl</i>	<i>MQ</i>	<i>F</i>	<i>valor-P</i>	<i>F crítico</i>
Entre grupos	0,068267	1	0,0683	9,86988	<b>0,034793</b>	7,70865
Dentro dos grupos	0,027667	4	0,0069			
Total	0,095933	5				

## RESUMO

<b>TA</b>	<i>Contagem</i>	<i>Soma</i>	<i>Média</i>	<i>Variância</i>		
inicial	3	20,44	6,8133	0,000433		
final	3	21,13	7,0433	0,007433		
<b>ANOVA TA</b>						
	<i>SQ</i>	<i>gl</i>	<i>MQ</i>	<i>F</i>	<i>valor-P</i>	<i>F crítico</i>
Entre grupos	0,07935	1	0,0793	20,17373	<b>0,010893</b>	7,70865
Dentro dos grupos	0,015733	4	0,0039			
Total	0,095083	5				

## RESUMO

<b>EA</b>	<i>Contagem</i>	<i>Soma</i>	<i>Média</i>	<i>Variância</i>		
inicial	3	20,43	6,81	0,0001		
final	3	21,38	7,1267	0,002233		
<b>ANOVA EA</b>						
	<i>SQ</i>	<i>gl</i>	<i>MQ</i>	<i>F</i>	<i>valor-P</i>	<i>F crítico</i>
Entre grupos	0,150417	1	0,1504	128,9286	<b>0,000343</b>	7,70865
Dentro dos grupos	0,004667	4	0,0012			
Total	0,155083	5				

## Apêndice N – ANOVA dos valores de pH da cachaça, analisando o tempo

**RESUMO**

<b>C1 + C2 (=)</b>	<i>Contagem</i>	<i>Soma</i>	<i>Média</i>	<i>Variância</i>
inicial	6	27,63	4,605	3E-05
final	6	28,68	4,78	0

<b>ANOVA CACHAÇA C1+ C2</b>	<i>SQ</i>	<i>gl</i>	<i>MQ</i>	<i>F</i>	<i>valor-P</i>	<i>F crítico</i>
Entre grupos	0,091875	1	0,0919	6125	<b>2,83E-15</b>	4,964591
Dentro dos grupos	0,00015	10	1E-05			
Total	0,092025	11				

**RESUMO**

<b>XP</b>	<i>Contagem</i>	<i>Soma</i>	<i>Média</i>	<i>Variância</i>
inicial	3	14,1	4,7	0,0025
final	3	14,39	4,7967	3,33E-05

<b>ANOVA XP</b>	<i>SQ</i>	<i>gl</i>	<i>MQ</i>	<i>F</i>	<i>valor-P</i>	<i>F crítico</i>
Entre grupos	0,014017	1	0,014	11,06579	0,0292	7,70865
Dentro dos grupos	0,005067	4	0,0013			
Total	0,019083	5				

**RESUMO**

<b>ZP</b>	<i>Contagem</i>	<i>Soma</i>	<i>Média</i>	<i>Variância</i>
inicial	3	13,88	4,6267	3,33E-05
final	3	14,22	4,74	0,0001

<b>ANOVA ZP</b>	<i>SQ</i>	<i>gl</i>	<i>MQ</i>	<i>F</i>	<i>valor-P</i>	<i>F crítico</i>
Entre grupos	0,019267	1	0,0193	289	7,02E-05	7,70865
Dentro dos grupos	0,000267	4	7E-05			
Total	0,019533	5				

**RESUMO**

<b>TP</b>	<i>Contagem</i>	<i>Soma</i>	<i>Média</i>	<i>Variância</i>
inicial	3	13,84	4,6133	3,33E-05
final	3	14,36	4,7867	0,000233

<b>ANOVA TP</b>	<i>SQ</i>	<i>gl</i>	<i>MQ</i>	<i>F</i>	<i>valor-P</i>	<i>F crítico</i>
Entre grupos	0,045067	1	0,0451	338	5,15E-05	7,70865
Dentro dos grupos	0,000533	4	0,0001			
Total	0,0456	5				

**RESUMO**

<b>EP</b>	<i>Contagem</i>	<i>Soma</i>	<i>Média</i>	<i>Variância</i>
inicial	3	13,83	4,61	0
final	3	14,5	4,8333	0,001733

<b>ANOVA EP</b>	<i>SQ</i>	<i>gl</i>	<i>MQ</i>	<i>F</i>	<i>valor-P</i>	<i>F crítico</i>
Entre grupos	0,074817	1	0,0748	86,32692	0,000747	7,70865
Dentro dos grupos	0,003467	4	0,0009			
Total	0,078283	5				

## Apêndice O – ANOVA dos valores de pH da bourbon, analisando o tempo

**RESUMO C1**

<b>C1</b>	<i>Contagem</i>	<i>Soma</i>	<i>Média</i>	<i>Variância</i>
inicial	3	11,52	3,84	0,0001
final	3	12,13	4,04333333	0,0002333

<b>ANOVA BOURBON C1</b>	<i>SQ</i>	<i>gl</i>	<i>MQ</i>	<i>F</i>	<i>valor-P</i>	<i>F crítico</i>
Entre grupos	0,06201667	1	0,06201667	372,1	<b>4,2569E-05</b>	7,70864972
Dentro dos grupos	0,00066667	4	0,00016667			
Total	0,06268333	5				

**RESUMO**

<b>C2</b>	<i>Contagem</i>	<i>Soma</i>	<i>Média</i>	<i>Variância</i>
inicial	3	11,52	3,84	0,0001
final	3	12,03	4,01	0,0001

<b>ANOVA BOURBON C2</b>	<i>SQ</i>	<i>gl</i>	<i>MQ</i>	<i>F</i>	<i>valor-P</i>	<i>F crítico</i>
Entre grupos	0,04335	1	0,04335	433,5	<b>3,1443E-05</b>	7,70864972
Dentro dos grupos	0,0004	4	0,0001			
Total	0,04375	5				

**RESUMO**

<b>XB</b>	<i>Contagem</i>	<i>Soma</i>	<i>Média</i>	<i>Variância</i>
inicial	3	11,63	3,87666667	3,333E-05
final	3	12,59	4,19666667	3,333E-05

<b>ANOVA XB</b>	<i>SQ</i>	<i>gl</i>	<i>MQ</i>	<i>F</i>	<i>valor-P</i>	<i>F crítico</i>
Entre grupos	0,1536	1	0,1536	4608	<b>2,8216E-07</b>	7,70864972
Dentro dos grupos	0,00013333	4	3,333E-05			
Total	0,15373333	5				

**RESUMO**

<b>ZB</b>	<i>Contagem</i>	<i>Soma</i>	<i>Média</i>	<i>Variância</i>
inicial	3	11,58	3,86	1E-04
final	3	12,01	4,00333333	0,0002333

<b>ANOVA ZB</b>	<i>SQ</i>	<i>gl</i>	<i>MQ</i>	<i>F</i>	<i>valor-P</i>	<i>F crítico</i>
Entre grupos	0,03081667	1	0,03081667	184,9	<b>0,00016935</b>	7,70864972
Dentro dos grupos	0,00066667	4	0,00016667			
Total	0,03148333	5				

**RESUMO**

<b>TB</b>	<i>Contagem</i>	<i>Soma</i>	<i>Média</i>	<i>Variância</i>
inicial	3	11,56	3,85333333	3,333E-05
final	3	12,09	4,03	0,0003

<b>ANOVA TB</b>	<i>SQ</i>	<i>gl</i>	<i>MQ</i>	<i>F</i>	<i>valor-P</i>	<i>F crítico</i>
Entre grupos	0,04681667	1	0,04681667	280,9	<b>7,4269E-05</b>	7,70864972
Dentro dos grupos	0,00066667	4	0,00016667			
Total	0,04748333	5				

**RESUMO**

<b>EB</b>	<i>Contagem</i>	<i>Soma</i>	<i>Média</i>	<i>Variância</i>
inicial	3	11,54	3,84666667	3,333E-05
final	3	12,27	4,09	0,0007

<b>ANOVA EB</b>	<i>SQ</i>	<i>gl</i>	<i>MQ</i>	<i>F</i>	<i>valor-P</i>	<i>F crítico</i>
Entre grupos	0,08881667	1	0,08881667	242,22727	<b>9,9505E-05</b>	7,70864972
Dentro dos grupos	0,00146667	4	0,00036667			
Total	0,09028333	5				

## Apêndice P – ANOVA dos valores de pH da tequila, analisando o tempo

**RESUMO**

<i>C1 + C2</i>	<i>Contagem</i>	<i>Soma</i>	<i>Média</i>	<i>Variância</i>
inicial	6	28,86	4,81	0,00012
final	6	32,1	5,35	0

<i>ANOVA TEQUILA C1 + C2</i>	<i>SQ</i>	<i>gl</i>	<i>MQ</i>	<i>F</i>	<i>valor-P</i>	<i>F crítico</i>
Entre grupos	0,8748	1	0,8748	14580	<b>3,72E-17</b>	4,964591
Dentro dos grupos	0,0006	10	6E-05			
Total	0,8754	11				

**RESUMO**

<i>XT</i>	<i>Contagem</i>	<i>Soma</i>	<i>Média</i>	<i>Variância</i>
inicial	3	14,58	4,86	0,0004
final	3	15,89	5,29666667	0,00023333

<i>ANOVA XT</i>	<i>SQ</i>	<i>gl</i>	<i>MQ</i>	<i>F</i>	<i>valor-P</i>	<i>F crítico</i>
Entre grupos	0,28601667	1	0,28601667	903,210526	7,3009E-06	7,70864972
Dentro dos grupos	0,00126667	4	0,00031667			
Total	0,28728333	5				

**RESUMO**

<i>ZT</i>	<i>Contagem</i>	<i>Soma</i>	<i>Média</i>	<i>Variância</i>
inicial	3	14,48	4,826667	0,000433
final	3	15,97	5,323333	0,002233

<i>ANOVA ZT</i>	<i>SQ</i>	<i>gl</i>	<i>MQ</i>	<i>F</i>	<i>valor-P</i>	<i>F crítico</i>
Entre grupos	0,370017	1	0,370017	277,5125	<b>7,61E-05</b>	7,70865
Dentro dos grupos	0,005333	4	0,001333			

**RESUMO**

<i>TT</i>	<i>Contagem</i>	<i>Soma</i>	<i>Média</i>	<i>Variância</i>
inicial	3	14,42	4,806667	0,000233
final	3	15,76	5,25333333	0,00123333

<i>ANOVA TT</i>	<i>SQ</i>	<i>gl</i>	<i>MQ</i>	<i>F</i>	<i>valor-P</i>	<i>F crítico</i>
Entre grupos	0,299267	1	0,299267	408,0909	<b>3,54E-05</b>	7,70865
Dentro dos grupos	0,00293333	4	0,00073333			
Total	0,3022	5				

**RESUMO**

<i>ET</i>	<i>Contagem</i>	<i>Soma</i>	<i>Média</i>	<i>Variância</i>
inicial	3	14,47	4,823333	0,001233
final	3	15,97	5,323333	0,000233

<i>ANOVA ET</i>	<i>SQ</i>	<i>gl</i>	<i>MQ</i>	<i>F</i>	<i>valor-P</i>	<i>F crítico</i>
Entre grupos	0,375	1	0,375	511,3636	<b>2,26E-05</b>	7,70865
Dentro dos grupos	0,002933	4	0,000733			
Total	0,377933	5				

## Apêndice Q – ANOVA dos valores de pH da vodka, analisando o tempo

## RESUMO

<b>C1</b>	<i>Contagem</i>	<i>Soma</i>	<i>Média</i>	<i>Variância</i>		
inicial	3	20,37	6,79	1E-04		
final	3	21,81	7,27	0,0001		
<b>ANOVA VODKA C1</b>	<i>SQ</i>	<i>gl</i>	<i>MQ</i>	<i>F</i>	<b>valor-P</b>	<i>F crítico</i>
Entre grupos	0,3456	1	0,3456	3456	<b>5,01E-07</b>	7,70865
Dentro dos grupos	0,0004	4	0,0001			
Total	0,346	5				

## RESUMO

<b>C2</b>	<i>Contagem</i>	<i>Soma</i>	<i>Média</i>	<i>Variância</i>		
inicial	3	20,34	6,78	1E-04		
final	3	22,14	7,38	1E-04		
<b>ANOVA VODKA C2</b>	<i>SQ</i>	<i>gl</i>	<i>MQ</i>	<i>F</i>	<b>valor-P</b>	<i>F crítico</i>
Entre grupos	0,54	1	0,54	5400	<b>2,06E-07</b>	7,70865
Dentro dos grupos	0,0004	4	1E-04			
Total	0,5404	5				

## RESUMO

<b>XV</b>	<i>Contagem</i>	<i>Soma</i>	<i>Média</i>	<i>Variância</i>		
inicial	3	23,48	7,82667	0,005633		
final	3	21,14	7,04667	3,33E-05		
<b>ANOVA XV</b>	<i>SQ</i>	<i>gl</i>	<i>MQ</i>	<i>F</i>	<b>valor-P</b>	<i>F crítico</i>
Entre grupos	0,9126	1	0,9126	322,0941	<b>5,67E-05</b>	7,70865
Dentro dos grupos	0,011333	4	0,00283			
Total	0,923933	5				

## RESUMO

<b>ZV</b>	<i>Contagem</i>	<i>Soma</i>	<i>Média</i>	<i>Variância</i>		
inicial	3	22,29	7,43	0,0091		
final	3	21,28	7,09333	3,33E-05		
<b>ANOVA ZV</b>	<i>SQ</i>	<i>gl</i>	<i>MQ</i>	<i>F</i>	<b>valor-P</b>	<i>F crítico</i>
Entre grupos	0,170017	1	0,17002	37,22993	<b>0,00365</b>	7,70865
Dentro dos grupos	0,018267	4	0,00457			
Total	0,188283	5				

## RESUMO

<b>TV</b>	<i>Contagem</i>	<i>Soma</i>	<i>Média</i>	<i>Variância</i>		
inicial	3	21,36	7,12	0,0343		
final	3	21,12	7,04	1E-04		
<b>ANOVA TV</b>	<i>SQ</i>	<i>gl</i>	<i>MQ</i>	<i>F</i>	<b>valor-P</b>	<i>F crítico</i>
Entre grupos	0,0096	1	0,0096	0,55814	<b>0,496533</b>	7,70865
Dentro dos grupos	0,0688	4	0,0172			
Total	0,0784	5				

## RESUMO

<b>EV</b>	<i>Contagem</i>	<i>Soma</i>	<i>Média</i>	<i>Variância</i>		
inicial	3	20,7	6,9	0,0063		
final	3	21,17	7,05667	3,33E-05		
<b>ANOVA EV</b>	<i>SQ</i>	<i>gl</i>	<i>MQ</i>	<i>F</i>	<b>valor-P</b>	<i>F crítico</i>
Entre grupos	0,036817	1	0,03682	11,62632	<b>0,027034</b>	7,70865
Dentro dos grupos	0,012667	4	0,00317			
Total	0,049483	5				

## Apêndice R – ANOVA dos valores de pH do saquê, analisando o tempo

## RESUMO

<i>C1</i>	<i>Contagem</i>	<i>Soma</i>	<i>Média</i>	<i>Variância</i>
inicial	3	13,08	4,36	1E-04
final	3	12,69	4,23	0,0001

<i>ANOVA SAQUÊ C1</i>	<i>SQ</i>	<i>gl</i>	<i>MQ</i>	<i>F</i>	<i>valor-P</i>	<i>F crítico</i>
Entre grupos	0,02535	1	0,02535	253,5	<b>9,1E-05</b>	7,70865
Dentro dos grupos	0,0004	4	1E-04			
Total	0,02575	5				

## RESUMO

<i>C2</i>	<i>Contagem</i>	<i>Soma</i>	<i>Média</i>	<i>Variância</i>
inicial	3	13,02	4,34	1E-04
final	3	12,81	4,27	1E-04

<i>ANOVA SAQUÊ C2</i>	<i>SQ</i>	<i>gl</i>	<i>MQ</i>	<i>F</i>	<i>valor-P</i>	<i>F crítico</i>
Entre grupos	0,00735	1	0,00735	73,5	<b>0,001017</b>	7,70865
Dentro dos grupos	0,0004	4	1E-04			
Total	0,00775	5				

## RESUMO

<i>XS</i>	<i>Contagem</i>	<i>Soma</i>	<i>Média</i>	<i>Variância</i>
inicial	3	13,14	4,38	1E-04
final	3	12,98	4,32667	3,33E-05

<i>ANOVA XS</i>	<i>SQ</i>	<i>gl</i>	<i>MQ</i>	<i>F</i>	<i>valor-P</i>	<i>F crítico</i>
Entre grupos	0,004267	1	0,00427	64	<b>0,001324</b>	7,70865
Dentro dos grupos	0,000267	4	6,7E-05			
Total	0,004533	5				

## RESUMO

<i>ZS</i>	<i>Contagem</i>	<i>Soma</i>	<i>Média</i>	<i>Variância</i>
inicial	3	13,1	4,36667	0,000633
final	3	13,14	4,38	0,0004

<i>ANOVA ZS</i>	<i>SQ</i>	<i>gl</i>	<i>MQ</i>	<i>F</i>	<i>valor-P</i>	<i>F crítico</i>
Entre grupos	0,000267	1	0,00027	0,516129	<b>0,512225</b>	7,70865
Dentro dos grupos	0,002067	4	0,00052			
Total	0,002333	5				

## RESUMO

<i>TS</i>	<i>Contagem</i>	<i>Soma</i>	<i>Média</i>	<i>Variância</i>
inicial	3	13,16	4,38667	3,33E-05
final	3	13,02	4,34	0,0003

<i>ANOVA TS</i>	<i>SQ</i>	<i>gl</i>	<i>MQ</i>	<i>F</i>	<i>valor-P</i>	<i>F crítico</i>
Entre grupos	0,003267	1	0,00327	19,6	<b>0,011447</b>	7,70865
Dentro dos grupos	0,000667	4	0,00017			
Total	0,003933	5				

## RESUMO

<i>ES</i>	<i>Contagem</i>	<i>Soma</i>	<i>Média</i>	<i>Variância</i>
inicial	3	13,15	4,38333	0,000133
final	3	13,05	4,35	0,0004

<i>ANOVA ES</i>	<i>SQ</i>	<i>gl</i>	<i>MQ</i>	<i>F</i>	<i>valor-P</i>	<i>F crítico</i>
Entre grupos	0,001667	1	0,00167	6,25	<b>0,066767</b>	7,70865
Dentro dos grupos	0,001067	4	0,00027			
Total	0,002733	5				

## Apêndice S – Quadro dos grupos homogêneos do teste de Tukey para pH

<b>cachaça</b>	<b>Alteração (pH)</b>	<b>Grupos homogêneos</b>		
Esthet-X	0,22	A		
C2	0,18	A	B	
Tetric Ceram HB	0,17	A	B	
C1	0,17	A	B	
Filtek Z350	0,11		B	C
QuiXfil	0,09			C

<b>bourbon</b>	<b>Alteração (pH)</b>	<b>Grupos homogêneos</b>			
QuiXfil	0,32	A			
Esthet-X	0,24		B		
C1	0,20			C	
Tetric Ceram HB	0,17			C	D
C2	0,17			C	D
Filtek Z350	0,14				D

<b>tequila</b>	<b>Alteração (pH)</b>	<b>Grupos homogêneos</b>			
C2	0,55	A			
C1	0,53	A			
Esthet-X	0,50	A		B	
Filtek Z350	0,49	A		B	
Tetric Ceram HB	0,44			B	
QuiXfil	0,43			B	

<b>vodka</b>	<b>Alteração (pH)</b>	<b>Grupos homogêneos</b>				
C2	0,60	A				
C1	0,48	A				
Esthet-X	0,15		B			
Tetric Ceram HB	-0,08		B	C		
Filtek Z350	-0,33			C	D	
QuiXfil	-0,78					E

<b>saquê</b>	<b>Alteração (pH)</b>	<b>Grupos homogêneos</b>			
C1	-0,13	A			
C2	-0,07		B		
QuiXfil	-0,05		B		
Tetric Ceram HB	-0,04		B		
Esthet-X	-0,03		B		
Filtek Z350	0,01				C

## Apêndice T - Gráficos da espectrofluorimetria das bebidas

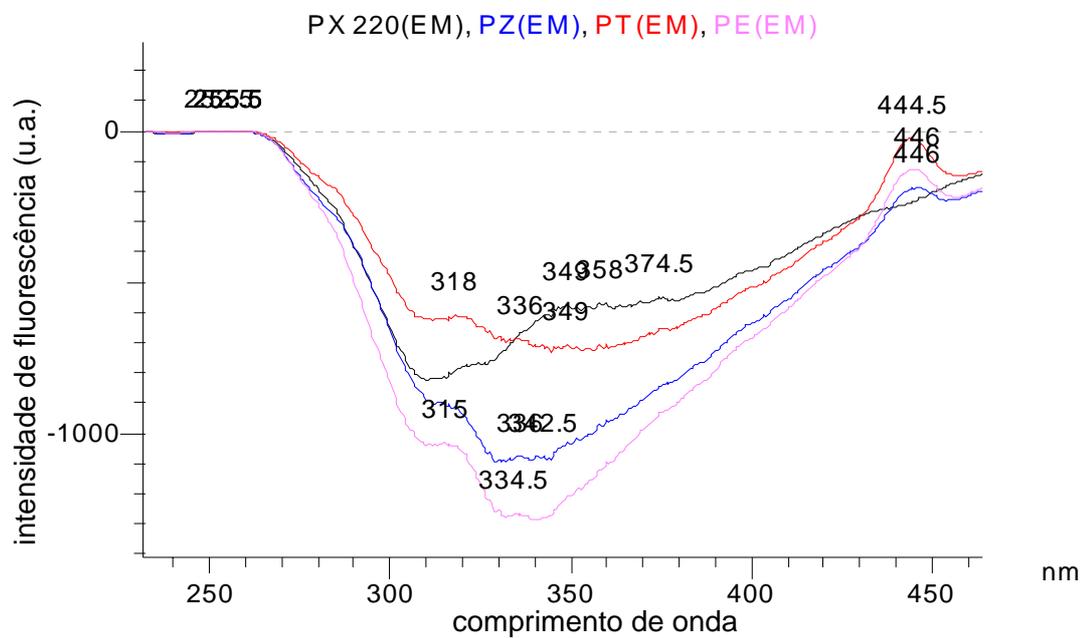


FIGURA 60- Espectrofluorimetria da cachaça (excitação 220nm; fenda 5nm)

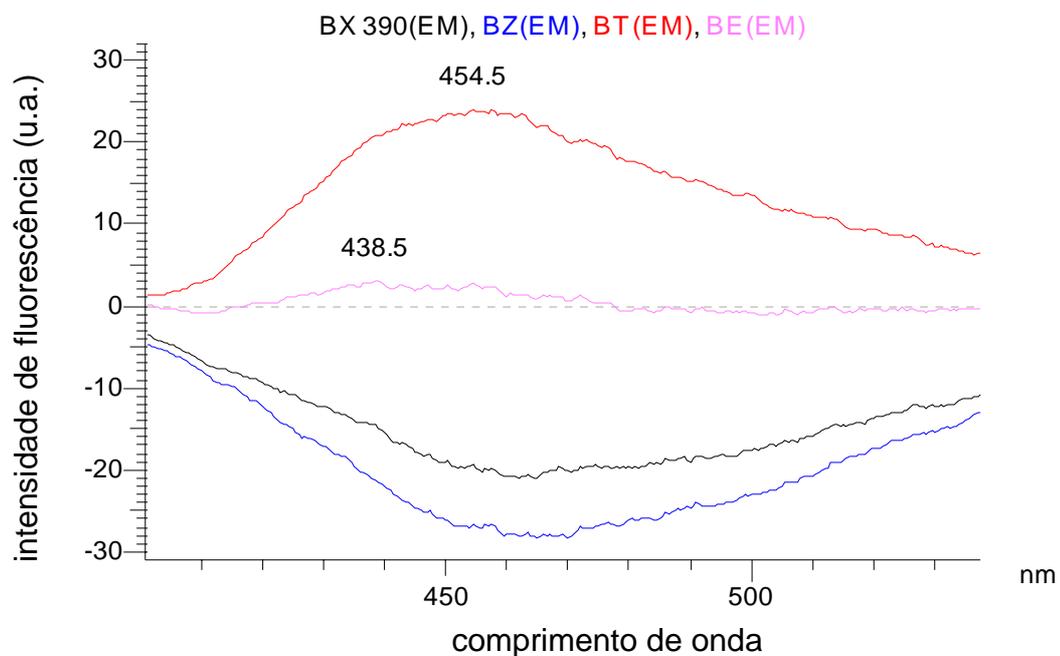


FIGURA 61- Espectrofluorimetria do bourbon (excitação 390nm; fenda 5nm)

## Apêndice U - Gráficos da espectrofluorimetria das bebidas

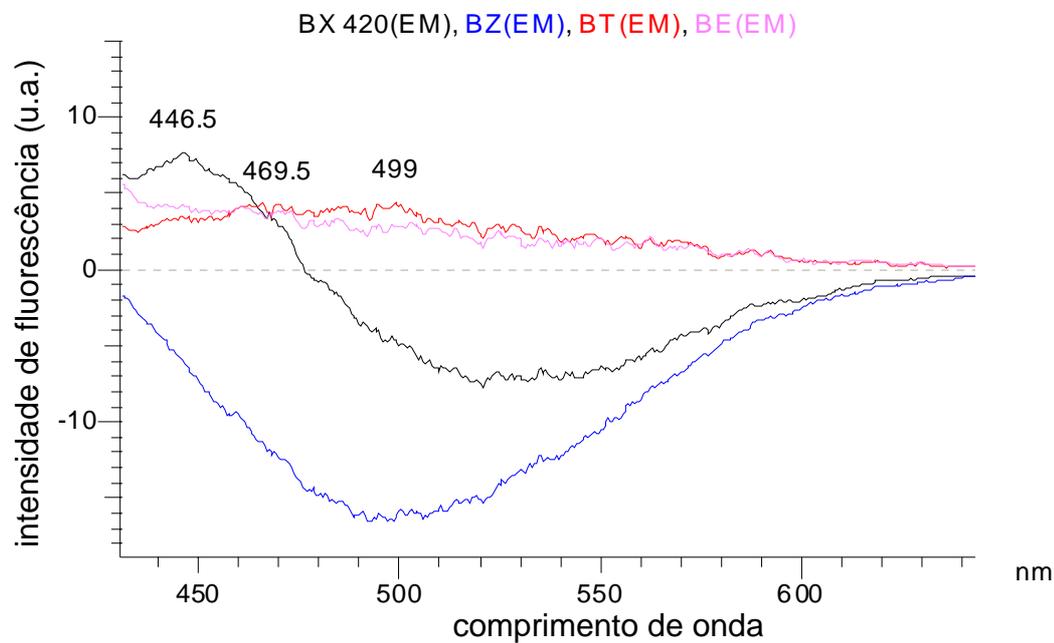


FIGURA 62- Espectrofluorimetria do bourbon (excitação 420nm; fenda 5nm)

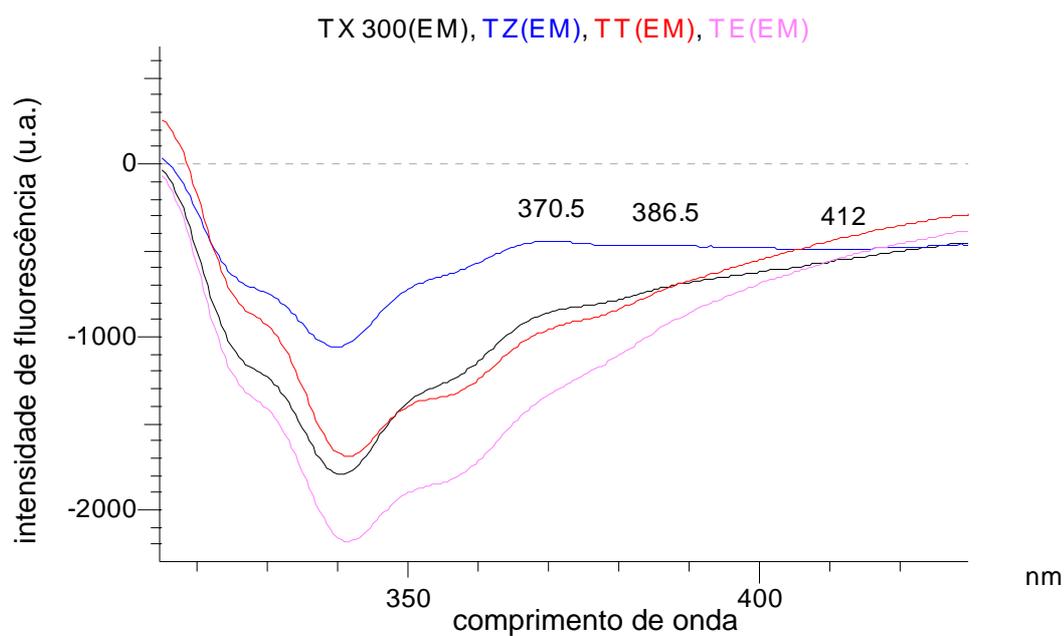


FIGURA 63- Espectrofluorimetria da tequila (excitação 300nm; fenda 5nm)

## Apêndice V - Gráficos da espectrofluorimetria das bebidas

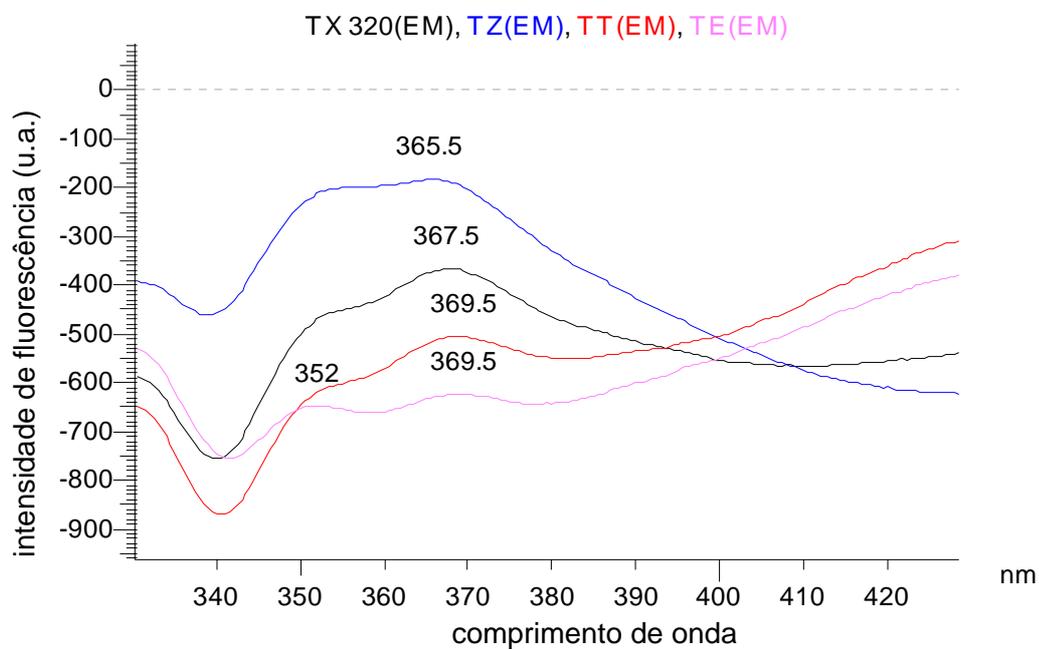


FIGURA 64- Espectrofluorimetria da tequila (excitação 320nm; fenda 5nm)

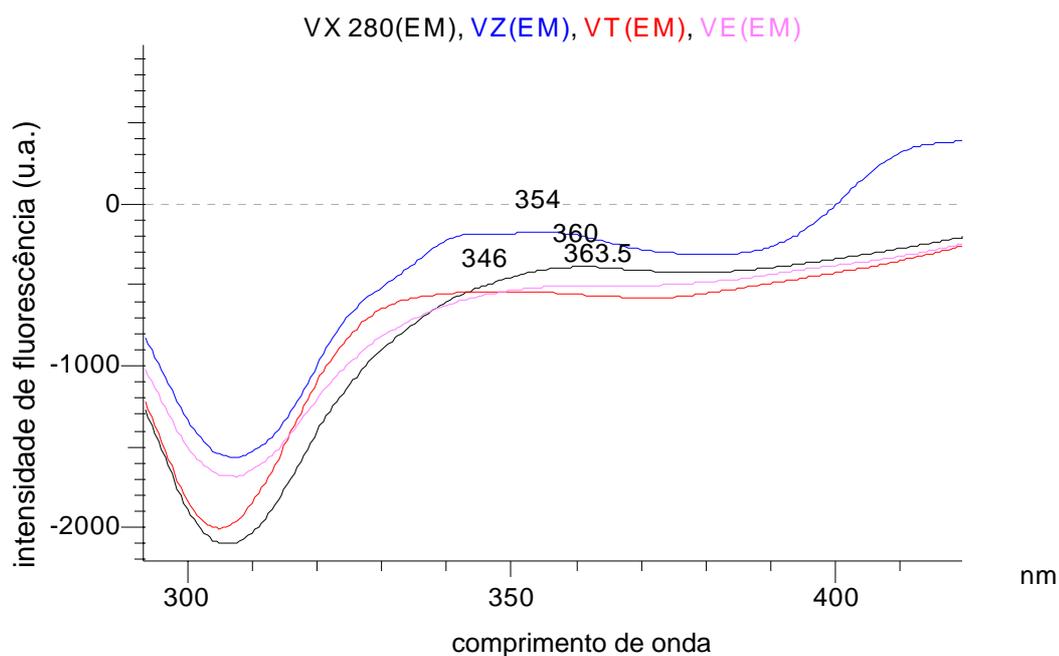


FIGURA 65- Espectrofluorimetria da vodka (excitação 280nm; fenda 5nm)

## Apêndice X - Gráficos da espectrofluorimetria das bebidas

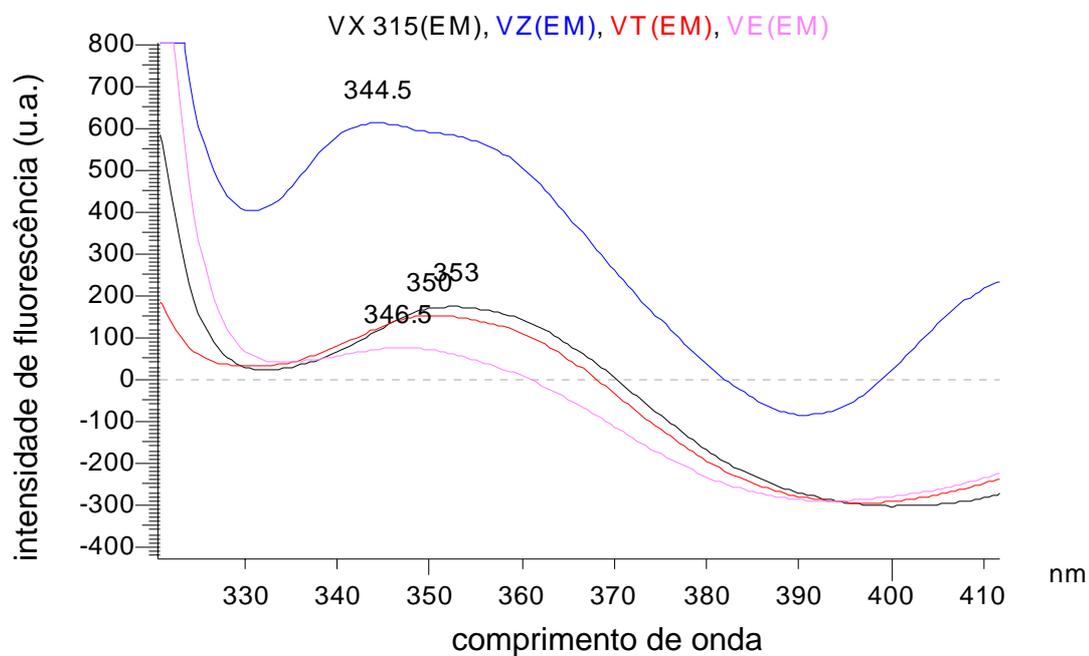


FIGURA 66 - Espectrofluorimetria da vodka (excitação 320nm; fenda 5nm)

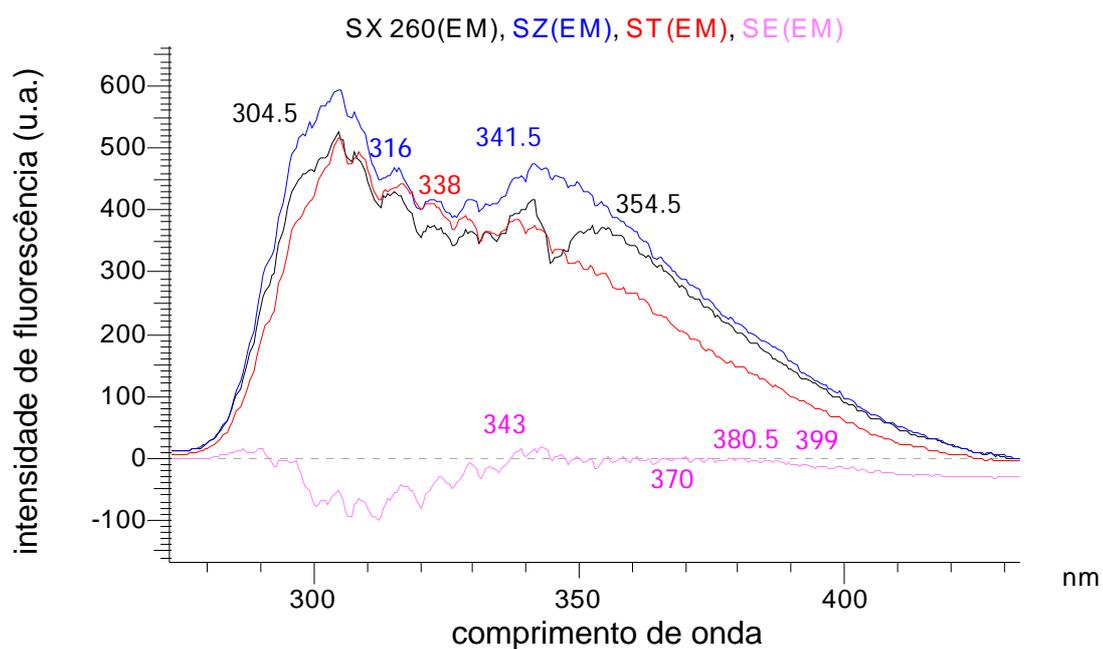


FIGURA 67- Espectrofluorimetria do saquê (excitação 260nm; fenda 5nm)

## Apêndice Y - Gráficos da espectrofluorimetria das bebidas

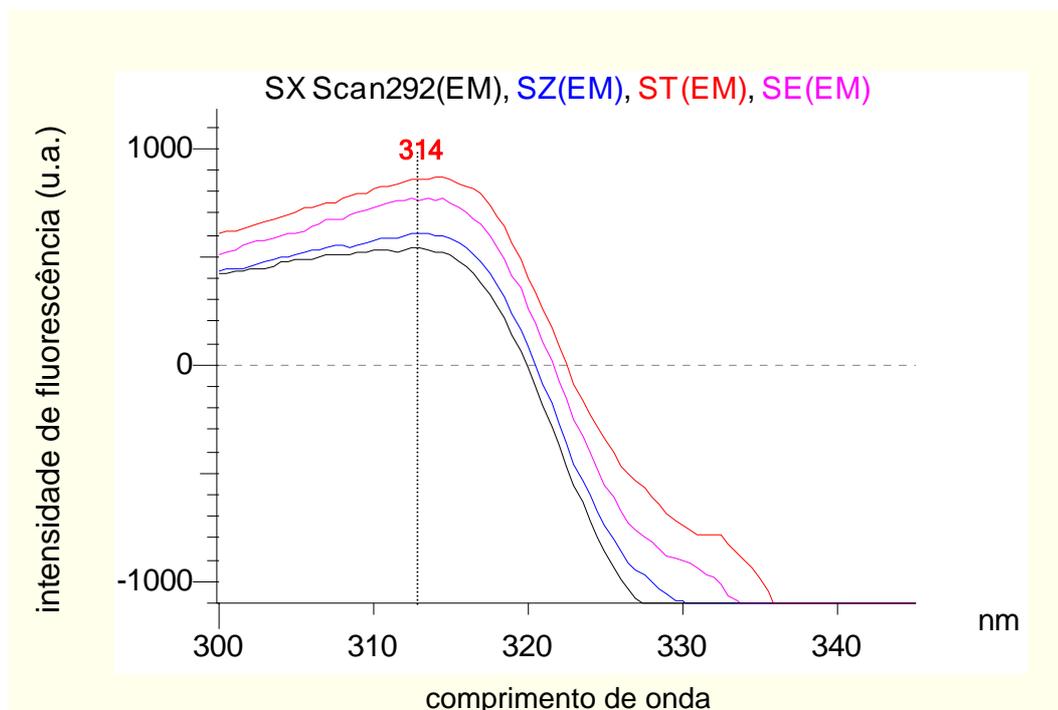


FIGURA 68- Espectrofluorimetria do saquê (excitação 292nm; fenda 5nm)

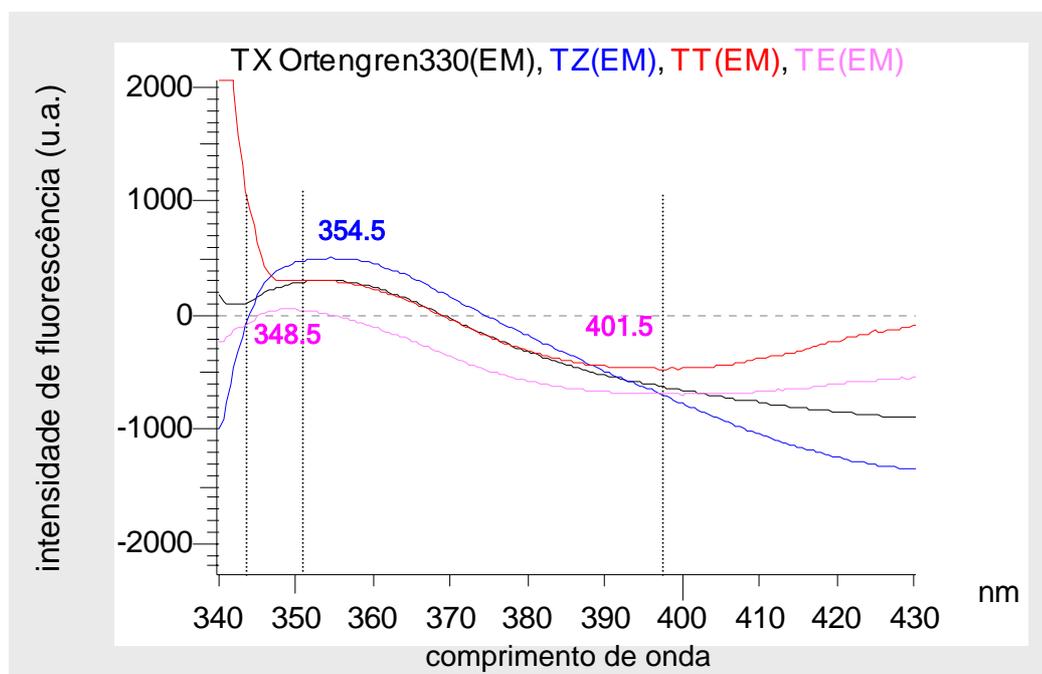


FIGURA 69 - Espectrofluorimetria da tequila (excitação 330nm; fenda 10nm)



## Anexo B - Quadro dos picos da intensidade de fluorescência obtidos na espectrofluorimetria

### Amostra bourbon excitação com fenda de 5nm

350nm				390nm				420nm			
AX	AZ	AT	AE	AX	AZ	AT	AE	AX	AZ	AT	AE
465.0	360.0	435.0	363.0	400.0	400.0	454.5	438.5	446.5	430.5	469.5	*
	706.5		707.0	789.0	789.5		789.0	677.5	740.5	499.0	*

- picos referentes ao BisGMA
- picos referentes ao BisEMA
- picos referentes a TEGDMA
- picos referentes ao artigo de Örtengren

### Amostra tequila excitação com fenda de 5nm

232nm				286nm				300nm				320nm			
AX	AZ	AT	AE												
240.0	240.0	240.5	240.0	292.5	309.0	315.0	312.0	310.0	310.0	313.0	310.0	330.0	330.0	330.0	330.0
266.5	266.5	262.0	262.5	310.5	372.5	348.0	351.5	604.5	370.5	605.5	604.5	367.5	365.5	369.5	352.0
306.5	301.0	300.0	286.5	372.5	385.5	367.0	371.0	663.0	386.5	663.0	663.5	611.5	598.5	561.5	369.5
349.5	417.5	311.5	299.5	573.5	396.0	559.5	560.5		412.0			645.0	735.0	645.5	592.5
399.0	458.5	412.0	362.5	584.0	560.0	581.5	625.5		587.0			744.0		797.5	665.5
409.5	602.5	439.5	409.5	626.5	618.0	631.5	666.5		628.5						797.5
438.0	707.5	459.5	420.0	667.5	660.0	794.0	798.0		663.0						
456.0	771.5	563.0	438.0	788.5	794.0				800.0						
459.5		602.5	444.5												
546.0		633.0	472.0												
633.0		762.0	545.5												
679.5		790.5	623.0												
748.0			762.5												

### Amostra tequila excitação com fenda de 5nm e 10nm, respectivamente

Scan 276nm				Ortengren 330nm			
AX	AZ	AT	AE	AX	AZ	AT	AE
280.0	300.5	280.0	290.5	353.5	354.5	340.0	348.5
314.5	350.0	315.5	313.5	669.5	573.0	353.0	401.5
367.5	365.0	390.5	351.5		649.0	515.0	549.0
406.0	434.0	394.0	370.0		679.5	524.5	649.0
549.5	542.5	543.5	394.5		747.0	668.0	679.5
598.5	599.0	561.5	542.5			748.0	799.0
634.0	797.5	588.5	579.5				
777.5		599.0	599.0				
		630.0	632.5				
		701.5	665.5				
		797.0	796.0				



### Anexo D - Quadro dos picos da intensidade de fluorescência obtidos na espectrofluorimetria

#### Amostras na excitação de 330nm, referente a Örtengren

vodka				saquê			
fenda 20nm				fenda 10nm			
AX	AZ	AT	AE	AX	AZ	AT	AE
344.0	344.0	352.5	344.5	341.0	341.5	340.0	340.0
358.5	358.5	503.5	357.0	395.0	391.5	392.5	394.0
573.0	432.5	656.5	524.5	452.0	468.0	468.0	625.5
650.0	663.5	665.0	652.0	625.0	625.0	625.0	664.0
670.0				783.0	649.0	666.5	777.5
					668.0	783.0	
					799.0		

- picos referentes ao BisGMA
- picos referentes ao BisEMA
- picos referentes a TEGDMA
- picos referentes ao artigo de Örtengren

#### Amostras na emissão de 390nm, referente a Örtengren

bourbon				tequila				vodka				saquê			
fenda 20nm				fenda 5nm				fenda 5nm				fenda 2.5nm			
AX	AZ	AT	AE	AX	AZ	AT	AE	AX	AZ	AT	AE	AX	AZ	AT	AE
267.0	267.0	267.0	267.0	239.0	239.0	238.0	238.5	220.0	220.5	220.0	220.0	241.0	241.0	240.0	256.0
	388.0			311.0	259.5	259.5	259.0	244.0	247.0	244.0	247.0	259.0	246.5	259.0	269.5
					325.0	326.5	352.0	304.5	303.0	303.5	304.5	287.0	259.0	269.5	284.5
					352.0	352.0			366.0	393.0	388.5	330.5	270.0	286.0	329.0
													281.0	329.0	379.0
													331.0		

Bolanho A. Degradation study of composite resins affected by alcoholic beverages: fluorescence and surface roughness analysis. [doctorate thesis]. São José dos Campos: School of Dentistry of São José dos Campos: UNESP – São Paulo State University; 2007.

## ABSTRACT

*The aim of this study was analyzed photo-cured composite resins degradation affected by alcoholic beverages, analyzing superficial roughness, beverages pH changes, mass variation and fluorescence spectrum and spectrofluorometry analysis. Four-hundred -fifty-six samples were prepared with 5mm in diameter and 2mm thick. All samples were kept in individual flasks in each beverage for seven consecutives days, being soaked 24 times a day, performing 14 hours at the end of immersion period. Superficial roughness in Ra ( $\mu\text{m}$ ) was analyzed in a high precision laser perfilometer. The initial superficial roughness data was took 24 hours after samples manufacture and label, which remain dry at room temperature until the immersion procedures starts. A pH meter device coupling in a thermo stabilizer was used for pH beverages study, and analyzes were performed before and immediately after immersion. Weight analyzes was performed in analytical precision balance device before and after immersions, following ISO 4049:2000 recommendation for solubility tests. The sample fluorescence spectrum was taken 24 hours after it has been manufactured and immediately after final immersion was procedure. Spectrofluorometry analysis was taken for composite resin degradation study concerning beverages used in immersion, for that, absorbance intensity; spectral emission and medium excitation were measured. Concerning to pH it was observed changes without significant statistical differences. Composites degradation by beverages interactions leave roughness alterations, increase and decreased sample mass, changes in fluorescence spectrum and suggestive occurrence of residual composites components in all beverages analyzed by spectrofluorometry analysis.*

**KEYWORDS:** composite resins; alcoholic beverages; degradation; spectrometry, fluorescence; surface roughness; time factors.

# Livros Grátis

( <http://www.livrosgratis.com.br> )

Milhares de Livros para Download:

[Baixar livros de Administração](#)

[Baixar livros de Agronomia](#)

[Baixar livros de Arquitetura](#)

[Baixar livros de Artes](#)

[Baixar livros de Astronomia](#)

[Baixar livros de Biologia Geral](#)

[Baixar livros de Ciência da Computação](#)

[Baixar livros de Ciência da Informação](#)

[Baixar livros de Ciência Política](#)

[Baixar livros de Ciências da Saúde](#)

[Baixar livros de Comunicação](#)

[Baixar livros do Conselho Nacional de Educação - CNE](#)

[Baixar livros de Defesa civil](#)

[Baixar livros de Direito](#)

[Baixar livros de Direitos humanos](#)

[Baixar livros de Economia](#)

[Baixar livros de Economia Doméstica](#)

[Baixar livros de Educação](#)

[Baixar livros de Educação - Trânsito](#)

[Baixar livros de Educação Física](#)

[Baixar livros de Engenharia Aeroespacial](#)

[Baixar livros de Farmácia](#)

[Baixar livros de Filosofia](#)

[Baixar livros de Física](#)

[Baixar livros de Geociências](#)

[Baixar livros de Geografia](#)

[Baixar livros de História](#)

[Baixar livros de Línguas](#)

[Baixar livros de Literatura](#)  
[Baixar livros de Literatura de Cordel](#)  
[Baixar livros de Literatura Infantil](#)  
[Baixar livros de Matemática](#)  
[Baixar livros de Medicina](#)  
[Baixar livros de Medicina Veterinária](#)  
[Baixar livros de Meio Ambiente](#)  
[Baixar livros de Meteorologia](#)  
[Baixar Monografias e TCC](#)  
[Baixar livros Multidisciplinar](#)  
[Baixar livros de Música](#)  
[Baixar livros de Psicologia](#)  
[Baixar livros de Química](#)  
[Baixar livros de Saúde Coletiva](#)  
[Baixar livros de Serviço Social](#)  
[Baixar livros de Sociologia](#)  
[Baixar livros de Teologia](#)  
[Baixar livros de Trabalho](#)  
[Baixar livros de Turismo](#)