

ESTRUTURA E COMPOSIÇÃO DO ESMALTE E DA DENTINA

Tratamento Térmico e Irradiação Laser

Luciano Bachmann
Denise Maria Zezell



Luciano Bachmann
&
Denise Maria Zezell

Estrutura e Composição do Esmalte e da Dentina

Irradiação Laser e Tratamento Térmico



Editora Livraria da Física
São Paulo, 1.^a edição, 2005

Sumário

Apresentação	xiv
Agradecimentos	xvii
1 Introdução	1
1.1 O Dente	1
1.2 Aplicabilidade Clínica de Tratamentos a <i>Laser</i>	1
1.3 Justificativa	2
1.4 Objetivos	3
2 Estrutura Cristalográfica	4
2.1 Introdução	4
2.1.1 Estrutura Cristalográfica dos Tecidos Naturais	4
2.1.2 Formação da Cárie Dental (Desmineralização e Remineralização)	6
2.1.3 Tecidos Tratados Termicamente: Aquecimento ou Irradiação Laser	7
2.2 Justificativa	10
2.3 Objetivos	11
2.4 Materiais e Métodos	11
2.4.1 Preparação das Amostras	11
2.4.2 Técnicas de Análise	13
2.4.3 Lasers	15
2.4.4 Irradiação da Amostras	16
2.5 Resultados	17
2.5.1 Morfologia dos Tecidos Irrradiados com o Laser de Neodímio	17
2.5.2 Morfologia do Cimento Irrradiado com o Laser de Hólmio	20

2.5.3	Morfologia da Dentina Irradiada com o Laser de Hólmio	20
2.5.4	Morfologia do Esmalte Irradiado com o Laser de Hólmio	25
2.5.5	Estrutura Cristalográfica de Esmalte Irradiado com Laser de Hólmio (Ho:YLF)	27
2.5.6	Estrutura Cristalográfica do Esmalte Irradiado com Laser de Neodímio (Nd:YAG)	33
2.5.7	Estrutura Cristalográfica da Dentina Irradiada com Laser de Hólmio e Laser de Neodímio	41
2.6	Discussão	43
2.6.1	Formação do Fosfato de Tetracálcio após a Irradiação do Esmalte com o Laser de Hólmio	43
2.6.2	Solubilidade das Fases Cristalográficas Formadas	47
2.6.3	Crescimento de Cristais e Eliminação de Impurezas	47
2.7	Conclusões	49
3	Composição Química	50
3.1	Introdução	50
3.1.1	Composição Química dos Tecidos	50
3.1.2	Estabilidade Térmica dos Tecidos	51
3.1.3	Bandas de Absorção no Infravermelho do Esmalte e da Dentina	53
3.1.4	Interação do Laser de Er:YAG-2,94 μm com o Tecido	54
3.2	Justificativa	55
3.3	Objetivos	58
3.4	Materiais e Métodos	59
3.4.1	Preparação das Amostras	59
3.4.2	Espectrômetro de Transformada de Fourier	60
3.4.3	Laser de Érbio	62
3.4.4	Irradiação das Amostras	62
3.4.5	Estocagem, Tratamento Térmico e Hidratação das Amostras	63
3.5	Resultados - Tecidos Naturais	64
3.5.1	Espectroscopia de Transmissão	64
3.5.2	Espectroscopia de Reflexão	69
3.5.3	Bandas de Absorção das Amostras em Pó e em Fatias	72
3.6	Resultados - Irradiação com Laser de Érbio	76

3.6.1	Dentina Irradiada – Espectroscopia de Transmissão	76
3.6.2	Esmalte Irradiado – Espectroscopia de Transmissão	98
3.6.3	Dentina Irradiada – Espectroscopia de Reflexão	103
3.6.4	Esmalte Irradiado – Espectroscopia de Reflexão	109
3.7	Resultados – Tratamento Térmico	112
3.7.1	Tratamento Térmico ($100\text{ }^{\circ}\text{C} < T < 300\text{ }^{\circ}\text{C}$)	115
3.7.2	Tratamento Térmico ($100\text{ }^{\circ}\text{C} < T < 1000\text{ }^{\circ}\text{C}$)	133
3.8	Discussão	167
3.8.1	Técnicas de Análise Espectroscópica	167
3.8.2	Formas de Preparação das Amostras	168
3.8.3	Interação da Luz do Laser de Érbio com os Constituintes dos Tecidos (Esmalte e Dentina)	170
3.8.4	Esmalte Irradiado com Laser de Er:YAG	171
3.8.5	Dentina Irradiada com Laser de Er:YAG	173
3.8.6	Estrutura do Colágeno da Dentina Aquecimento e Hidratada	175
3.8.7	Eliminação da Água	176
3.8.8	Formação do Dióxido de Carbono ($\text{O}=\text{C}=\text{O}$) Durante o Aquecimento	178
3.8.9	Formação de Cianato ($-\text{N}=\text{C}=\text{O}$)	179
3.8.10	Estabilidade Térmica dos Constituintes dos Tecidos	179
3.8.11	Radical de Hidroxila ($-\text{O}-\text{H}$)	180
3.8.12	Comparação entre os Tecidos Irrradiados e Aquecidos	182
3.9	Conclusões	184
4	Propriedades Ópticas	185
4.1	Introdução	185
4.1.1	Coloração dos Tecidos Dentais	185
4.1.2	Subestruturas do Esmalte e da Dentina	187
4.1.3	Espalhamento da Luz Ultravioleta-Visível no Esmalte e na Dentina	190
4.2	Justificativa	195
4.3	Objetivos	195
4.4	Materiais e Métodos	195
4.4.1	Preparação das Amostras	195
4.4.2	Irradiação com Laser de Érbio	197

4.4.3	Tratamento Térmico	197
4.4.4	Espectroscopia de Transmissão na Região do Ultravioleta	197
4.4.5	Microscopia de Luz	198
4.5	Resultados	199
4.5.1	Esmalte e Dentina Naturais	199
4.5.2	Esmalte e Dentina Irrradiados com Laser de Érbio	199
4.5.3	Coloração de Fatias de Esmalte e Dentina Aquecidos	200
4.5.4	Coloração do Pó de Esmalte e da Dentina Aquecidos	201
4.5.5	Espectroscopia de Transmissão da Dentina Aquecida (Fatias)	202
4.5.6	Espectroscopia de Transmissão da Dentina Aquecida e Hidratada	219
4.5.7	Espectroscopia de Transmissão do Esmalte e da Dentina Aquecidos (Amostras em Pó)	219
4.6	Discussão	226
4.6.1	Coloração dos Tecidos Iluminados por Transmissão ou Reflexão	226
4.6.2	Embranquecimento do Esmalte Aquecido	228
4.6.3	Escurecimento dos Tecidos (Esmalte e Dentina)	229
4.6.4	Reversão do Escurecimento e Reversão da Estrutura do Colágeno	231
4.6.5	Escurecimento da Dentina em Função do Comprimento de Onda	232
4.6.6	Bandas de Absorção do Colágeno Denaturado	233
4.6.7	Perda da Água e Diminuição da Distância Intermolecular	234
4.6.8	Alteração da Cor dos Tecidos Irrradiados com Laser de Érbio	236
4.7	Conclusões	238
5	Espécies Paramagnéticas	239
5.1	Introdução	239
5.2	Justificativa	240
5.3	Objetivos	240
5.4	Materiais e Métodos	240
5.4.1	Preparação e Conservação das Amostras	240

5.4.2	Espectrômetro de Ressonância Paramagnética Eletrônica	241
5.4.3	Determinação do Valor de g	242
5.5	Resultados	244
5.5.1	Avaliação do Tempo de Tratamento	244
5.5.2	Avaliação da Temperatura	247
5.5.3	Estabilidade dos Radicais Formados	252
5.5.4	Estabilidade dos Radicais Formados após Hidratação	258
5.6	Discussão	259
5.6.1	Sinal Nativo de Tecidos Não Aquecidos	259
5.6.2	Sinais Paramagnéticos em Amostras Trituradas	261
5.6.3	Determinação da Origem Química dos Radicais Paramagnéticos	263
5.6.4	Formação de Corrente Piroelétrica	265
5.6.5	Formação de Defeitos Cristalinos	265
5.6.6	Alteração Estrutural do Colágeno	266
5.6.7	Eliminação e Reincorporação da Água	269
5.6.8	Degradação da Matriz Orgânica	272
5.6.9	Formação do Radical de Cianato ($N=C=O-$)	273
5.6.10	Correlação entre a Cor e os Centros Paramagnéticos Formados	277
5.7	Conclusões	281
6	Considerações Finais	282
	Resultados Publicados	283
	Referências Bibliográficas	284